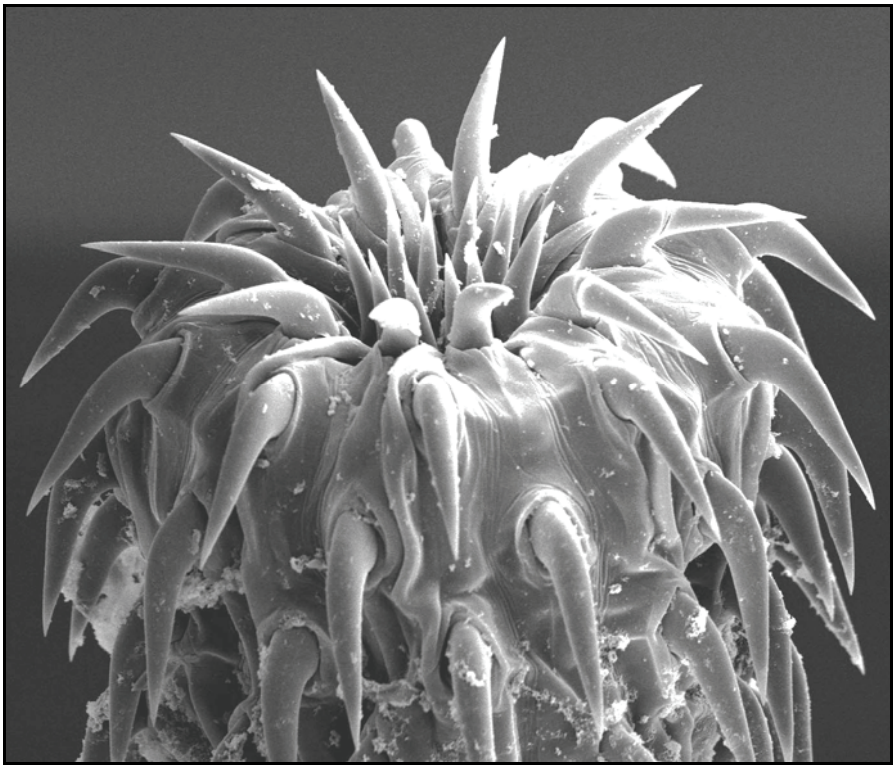
Institut für Marine Zoologie, Universität Bremen

Fischparasiten als Bioindikatoren:

Zum Umweltstatus von Küstenökosystemen und einer Zackenbarschmarikultur in Indonesien



D i s s e r t a t i o n

zur Erlangung des Doktorgrades der
Naturwissenschaften
Fachbereich 2 (Biologie/Chemie)
der Universität Bremen
-Dr. rer. nat.-

vorgelegt von
Sonja Kleinertz

angefertigt am
Leibniz-Zentrum für Marine Tropenökologie

Bremen
September 2010

Aus dem Institut für Marine Zoologie, Fachbereich 2 (Biologie/Chemie) der Universität Bremen

1. Gutachter: Prof. Dr. W. Hagen
2. Gutachter: Prof. Dr. H.W. Palm
Zusätzliche Prüfer: Prof. Dr. U. Saint-Paul
Dr. W. Ekau
Tag der mündlichen Prüfung: 12.11.2010

Danksagung

Zu allererst möchte ich mich ganz herzlich bei meinem Doktorvater Prof. Dr. H.W. Palm (Institut für Zoomorphologie, Zellbiologie und Parasitologie der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf) für die Aufnahme in seine Arbeitsgruppe und die Betreuung bedanken. Auch wurde erst durch ihn mein Interesse an der marinen Fischparasitologie geweckt. Ohne seine Unterstützung wäre die Durchführung der Promotion nicht möglich gewesen. Mir liegt auch am Herzen zu erwähnen, dass ich die einzigartige Chance bekommen habe, in Indonesien innerhalb von fast 14 Monaten meine Probennahmen durchführen zu können.

Herrn Prof. Dr. W. Hagen, Marine Zoologie der Universität Bremen, möchte ich ganz herzlich für die sehr nette Aufnahme an sein Institut und für seine Betreuung und Diskussionsbereitschaft zu meiner Arbeit danken. Ohne seine Aufnahme wäre mein Wechsel an die Universität Bremen zur Vollendung des Promotionsvorhabens nicht möglich gewesen. Vielen Dank dafür.

Für die Einarbeitung in die Rasterelektronenmikroskopie möchte ich mich bei Heike Goldbach-Gecke bedanken. Für sämtliche Ratschläge und Unterstützung im Institutsalltag möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr. Sven Klimpel, Marion Nissen und Susanne Walter bedanken. Für Ratschläge bei den anschließenden Fotoarbeiten bedanke ich mich bei Steffen Köhler und Stefan Theisen (Institut für Zoomorphologie, Zellbiologie und Parasitologie der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf).

Herrn Prof. Dr. Günter Schmahl danke ich ganz herzlich für seine guten Ratschläge, seine konstruktive Kritik und seine herzliche Art, die mich während meiner Institutsaufenthalte immer wieder neu motivierte (Institut für Zoomorphologie, Zellbiologie und Parasitologie der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf).

Bei sämtlichen Mitarbeitern des Instituts für Zoomorphologie, Zellbiologie und Parasitologie der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, sage ich herzlich Danke für die vielseitige Hilfe und die familiäre Atmosphäre. Dort gilt mein besonderer Dank Esra Kellermanns, Stefan Theisen, Maike Förster, Cornelia Hennen, Markus Busch, Lisa Verweyen, Thomas Kuhn und Anika Rohde, die mich bei dem einen oder anderen Problem aus der Ferne unterstützt haben. Lisa Verweyen gilt mein Dank ferner für die Hilfe bei der Bestimmung verschiedener Acanthocephala. Vielen Dank dafür.

Prof. Dr. Sven Klimpel möchte ich sehr für seine Ratschläge und die Möglichkeit der Gerätenutzung für die Molekulargenetik an der Heinrich-Heine-Universität danken.

Mein besonderer Dank geht an Dr. Sonja Rückert, die mir bei Problemen aus der Ferne immer gute Ratschläge gab und deren Doktorarbeit für mich sowohl bei der Feldarbeit in Indonesien, als auch später stets eine optimale Orientierungshilfe darstellte.

Mein Dank gilt ebenfalls allen Kollegen am Leibniz-Zentrum für marine Tropenökologie (ZMT) in Bremen für die freundliche Aufnahme am Institut, die vielseitige Hilfe und Freundschaft, auch, wenn ich die meiste Zeit auf Dienstreise in Indonesien und in Düsseldorf unterwegs war: Carolin, Regine, Martin, Steffi, Conny, Katharina, Silke, Petra, Gabi, Inga, Tim, Uli, Sebastian und Kathleen. Ein besonderer Dank gilt Silke Eilemann, Steffi Bröhl, Gaby Böhme und Frau Dr. Selent für die logistische Unterstützung und fortwährende Hilfe bei vielen und verschiedensten Gelegenheiten. Uli Pint möchte ich für seine immerwährende Bereitschaft, sich mit meinen PC Problemen auseinander zu setzen, danken.

Danken möchte ich auch Carolin Herbon für die Hilfe bei der Einarbeitung in das „Primer“-Programm zur Darstellung der Cluster-Analysen und MDS Plots.

Herrn Werner Wosniok (Institut für Physik, Universität Bremen) und Mathias Birkicht (ZMT) danke ich für die Beratung und Hilfestellung zur statistischen Absicherung der Daten.

Den Leitern der Institute in Indonesien, Pak Dr. Edy Yuwono und Pak Dr. Made Damriyasa (UNSOED und UDAYANA Universität) gilt mein besonderer Dank für die Bereitstellung eines Arbeitsplatzes an der jeweiligen Universität und deren tatkräftige Unterstützung und freundliche Aufnahme vor Ort auf Purwokerto, Java und Jimbaran, Bali.

Bei Martin Hadinoto und dessen Mitarbeitern möchte ich mich für die Möglichkeit bedanken, an deren Marikulturanlage, der Nusa Karamba auf den Tausend Inseln, Proben nehmen zu dürfen und für dessen außerordentliche Gastfreundschaft und Hilfestellung bei diversen Gelegenheiten. Terima kasih sekali untuk bantuan, Pak Martin.

Meinen neugewonnenen Freunden an der UNSOED Universität gebührt mein Dank sowohl für deren anfängliche Mithilfe bei den ersten Probennahmen, das ständige Pendeln zwischen Purwokerto und Cilacap und der Organisation der Fische in 2008. Edwin Hermawan und Andhi Rinto Suncoko, ich weiß, dass es nicht immer einfach mit mir war. Terima kasih sekali untuk bantuan.
Des Weiteren danke ich meinen indonesischen Freunden Andhi, Edwin, Dendy, Andri und Zico dafür, dass sie so viel Zeit mit mir verbracht haben und mich ihrer Kultur näherbrachten.

Herrn Dr. Rodney Bray und Dr. Geoff Boxshall vom Naturhistorischen Museum London, möchte ich für die Hilfe bei der Nachidentifizierung verschiedener Digenea und Crustacea danken.

Für das Korrekturlesen meiner Arbeit gilt mein besonderer Dank Esra Kellermanns, Cornelia Hennen, Stefan Theisen, Katrin Czisch, Dirk Czisch, Manuela Jähnert, Maike Förster, Ingo Szabo-Reiss, Carolin Herbon und meiner Mutter Monika Kleinertz, die sich viel Zeit genommen und Energie und Mühe investiert haben.

Abschließend gebührt vor allem einem ganz besonderen Menschen mein Dank: meiner Mutter Monika. Sie hat mich immer unterstützt und mir das Gefühl gegeben, dass ich alles erreichen kann.

Vielen Dank!

Finanzielle Unterstützung wurde gewährt durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF; SPICE II-Projekt: Science for the Protection of Indonesian Coastal Marine Ecosystems).

„Inmitten der Schwierigkeiten liegt die Möglichkeit.“

Albert Einstein

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis ..... **IV**
Tabellenverzeichnis ..... **XII**
Fototafelverzeichnis ..... **XV**
Abkürzungsverzeichnis ..... **XVII**
Zusammenfassung ..... **XIX**
Abstract ..... **XXI**
1 Einleitung **1**
1.1 Zielsetzung 4
1.2 Arbeitshypothesen 6
2 Charakterisierung der Fischarten **7**
2.1 Zackenbarsche (Serranidae) 7
2.1.1 *Epinephelus areolatus* 7
2.1.2 *Epinephelus coioides* 8
2.1.3 *Epinephelus fuscoguttatus* 10
2.2 Vergleichsfischart (Scatophagidae) 13
2.2.1 *Scatophagus argus* 13
3 Material und Methoden **15**
3.1 Untersuchungsgebiete 15
3.2 Charakterisierung der Untersuchungsgebiete 16
3.2.1 Segara Anakan, Java 16
3.2.2 Tausend Inseln (Pulau Seribu) 18
3.2.3 Bali (Kedonganan) 19
3.2.4 Charakteristika der Marikulturanlage innerhalb der Tausend Inseln 21
3.3 Probennahmen 21
3.3.1 Vergleichsuntersuchungen vorangegangener Arbeiten 22
3.4 Untersuchungsmethoden 23
3.4.1 Fischparasitologische Untersuchungen 23
3.4.2 Fixierungs- und Präparationsmethoden 24
3.4.3 Anfärbung der Parasiten 25
3.4.4 Anfertigung von Dauerpräparaten 26
3.5 Parasitendokumentation 27
3.6 Parasitologische Datenerhebung 28
3.6.1 Verwendete Parameter zur Bioindikation 30
3.7 Auswertungsverfahren 34
3.7.1 Statistische Analysen 34
3.7.2 Visuelle Integration (Stargraph) 36
3.8 Molekulargenetische Untersuchungen 37

3.8.1 Material 37
3.8.2 Molekulargenetische Methoden 39
4 Ergebnisse 42
4.1 Fischereibiologische Parameter 42
4.2 Dokumentation der nachgewiesenen Fischparasiten 46
4.2.1 Ciliata 46
4.2.2 Microsporea 48
4.2.3 Digenea 48
4.2.4 Monogenea 59
4.2.5 Cestoda 63
4.2.6 Nematoda 68
4.2.7 Acanthocephala 75
4.2.8 Hirudinea 81
4.2.9 Crustacea 82
4.3 Molekulargenetische Bestimmungsmethode 92
4.4 Parasitologische Befunde 100
4.4.1 Verteilung der Artenanzahlen 101
4.4.2 Parasitengemeinschaft der untersuchten Fischarten 103
4.5 Vergleich der Untersuchungsstandorte anhand ökologischer Parameter 112
4.5.1 Vergleich mit Probennahmen vorangegangener Arbeiten 123
4.6 Cluster-Analysen und MDS Plots 125
4.6.1 Regionalität 129
4.6.2 Annualität 133
4.6.3 Fischarten 139
4.6.4 Lebensweise 141
4.7 Visuelle Integration verschiedener Parameter (Stargraphen) 143
4.7.1 Stargraphen *Epinephelus coioides* (freilebend) 144
4.7.1.1 a Vergleichsdaten: Stargraphen *Epinephelus coioides* (freilebend) 156
4.7.1.1 b Vergleichsdaten: Stargraphen *Epinephelus coioides* (gehältert) 158
4.7.2 Stargraphen *Epinephelus areolatus* (freilebend) 159
4.7.3a Vergleichsdaten: Stargraphen *Epinephelus fuscoguttatus* (freilebend) 161
4.7.3b Vergleichsdaten und aktuelle Studie: Stargraphen *Epinephelus fuscoguttatus* (gehältert) 162
4.7.4 Stargraphen *Scatophagus argus* (freilebend) 168
4.7.4.1 Vergleichsdaten: Stargraphen *Scatophagus argus* (freilebend) 174
4.7.5 Darstellung der Regionalität mit der Stargraphmethode 176
4.7.6 Darstellung der Annualität mit der Stargraphmethode 178

5 Diskussion 180
5.1 Neue Wirts- und Gebietsnachweise 180
5.2 Vergleich der Untersuchungsgebiete.....184
5.3 Vergleich der Annualität 192
5.4 Fischparasiten als Bioindikatoren indonesischer Küstenökosysteme 195
5.4.1 Diskussion der verwendeten Parameter 196
5.4.2 Unterscheidung der Gebiete (Regionalität).....217
5.4.3 Unterscheidung der Annualität.....219
5.5 Bioindikatoren in einer Marikulturanlage 220
5.5.1 Allgemeine Parasitennachweise von *Epinephelus fuscoguttatus* 220
5.5.2 Bewertung der Parameter im Vergleich zu freilebenden *Epinephelus fuscoguttatus* 222
5.6 Vorstellung der geeigneten Parameter zur Parasitenbioindikation 223
5.7 Mögliche Lebenszyklen nachgewiesener Parasitenarten 226
5.8 Molekulargenetische Analysen 244
5.9 Fazit.....246
5.10 Ausblick 246
6 Literaturverzeichnis.....247
7 Anhang
Erklärung

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersichtskarte der Probennahmestandorte. B: Bali, PS: Pulau Seribu (Tausend Inseln), SA: Segara Anakan. (Quelle: verändert nach http://www.visibleearth.nasa.gov). 15

Abbildung 2: Geographische Lage der Untersuchungsgebiete der Fischarten *Epinephelus coioides, E. areolatus* und *Scatophagus argus.* Dargestellt sind Area 2, 3 und 4 (innerhalb und außerhalb der Segara Anakan Lagune), Cilacap, Indonesien. 16

Abbildung 3: Untersuchungsgebiete und Probennahmestandorte in der Segara Anakan Lagune, Cilacap, Indonesien. (A) und (B) zeigen Gewässer aus Area 3 innerhalb der Segara Anakan Lagune. (C) zeigt das Gewässer an der Küstenlinie von Area 4 (Teluk Penyu) und (D) zeigt einen Fischverkaufsstand in Area 4. 17

Abbildung 4: Geographische Lage des Untersuchungsgebietes der Fischart *Epinephelus fuscoguttatus*. Dargestellt ist das Untersuchungsgebiet innerhalb der Tausend Inseln (Pulau Seribu), Indonesien. Mk: Marikulturanlage. (Quelle: verändert nach Rückert 2006). 18

Abbildung 5: Untersuchungsgebiet und Probennahmestandort innerhalb der Tausend Inseln (Pulau Seribu), Indonesien. (A) und (B) zeigen das Gewässer und die Netzkäfiganlage der Marikultur Nusa Karamba. 19

Abbildung 6: Geographische Lage des Untersuchungsgebietes der Fischarten *Epinephelus coioides* und *E. areolatus.* Dargestellt (roter Bereich) ist das Untersuchungsgebiet vor Bali, Indonesien. B: Bali, J: Java. (Quelle: verändert nach http://www.visibleearth.nasa.gov). 19

Abbildung 7: Untersuchungsgebiete und Probennahmestandorte in Kedonganan, Bali, Indonesien. (A) zeigt das Gewässer und den Fangbetrieb. (B) und (C) zeigen den Fischmarkt von außen (B) und von innen (C). 20

Abbildung 8: Mittelwerte und Standardfehler (Stderr) des Konditionsfaktors (K) sämtlicher Probennahmen. E.c.: *Epinephelus coioides*, E.a.: *E. areolatus*, E.f.: *E. fuscoguttatus*, S.a.: *Scatophagus argus*, SA 3: Segara Anakan Lagune (innerhalb), SA 4: Segara Anakan Lagune (außerhalb), PS: Pulau Seribu (Tausend Inseln). 43

Abbildung 9: Mittelwerte und Standardfehler (Stderr) des Hepatosomatischen Index (HSI) sämtlicher Probennahmen. E.c.: *Epinephelus coioides*, E.a.: *E. areolatus*, E.f.: *E. fuscoguttatus*, S.a.: *Scatophagus argus*, SA 3: Segara Anakan Lagune (innerhalb), SA 4: Segara Anakan Lagune (außerhalb), PS: Pulau Seribu (Tausend Inseln). 44

Abbildung 10: *Didymodiclinus* sp. im Operculum (Op) von *Epinephelus coioides.* Balken: 0,50 cm. 48

Abbildung 11: Habitus von *Paradiscogaster farooqii*. Balken: 0,07 mm. 50

Abbildung 12: Habitus von *Allopodocotyle epinepheli.* Balken: 0,35 mm. 51

Abbildung 13: Habitus von *Cainocraedium epinepheli.* Balken: 0,25 mm. 52

Abbildung 14: Habitus von *Prosorhynchus* cf. *crucibulum.* Balken: 0,15 mm. 53

Abbildung 15: Habitus von *Prosorhynchus luzonicus.* Balken: 0,20 mm. 54

Abbildung 16: Habitus von *Prosorhynchus* sp. I. Balken: 0,14 mm. 54

Abbildung 17: Habitus von *Lecithochirium magnaporum.* Balken: 0,30 mm. 56

Abbildung 18: Habitus von *Benedenia epinepheli.* Balken: 0,30 mm. 59

Abbildung 19: Habitus von *Pseudorhabdosynochus lantauensis.* Balken: 0,07 mm. 61

Abbildung 20: Habitus von *Scolex pleuronectis.* Balken: 0,05 mm. 63

Abbildung 21: Habitus von *Callitetrarhynchus gracilis.* Balken: 0,20 mm. 64

Abbildung 22: Habitus von *Parotobothrium balli.* Balken: 0,20 mm. 65

Abbildung 23: *Anisakis typica.* (A) Vorderende. (B) Hinterende. Balken: A+B: 0,50 mm. 68

Abbildung 24: Habitus von *Raphidascaris* sp. Balken: 0,10 mm. 69

Abbildung 25: Vorderende *Cucullanus* sp. Balken: 0,20 mm. 69

Abbildung 26: Vorderende *Camallanus carangis.* Balken: 0,04 mm. 70

Abbildung 27: *Philometra* sp. (A) Vorderende. (B) Hinterende. Balken: A+B, 0,30 mm. 71

Abbildung 28: *Spirophilometra* sp. (A) Vorderende. (B) Hinterende. Balken: A+B, 0,17 mm. 72

Abbildung 29: Habitus von *Filisoma rizalinum.* Balken: 0,20 mm. 75

Abbildung 30: *Southwellina hispida.* (A) Habitus. (B) Proboscis vergrößert. Balken: A, 0,30 mm; B, 0,02 mm. 78

Abbildung 31: Habitus von *Ergasilus* sp. Balken: 0,15 mm. 82

Abbildung 32: Habitus von *Hatschekia* sp. Balken: 0,10 mm. 84

Abbildung 33: *Sagum epinepheli.* (A) Habitus dorsal. (B) Habitus ventral. Die Zeichnung folgt der Darstellung von Pillai und Sebastian 1967. Balken: A+B, 1,0 mm. 85

Abbildung 34: (A-B) Dargestellt ist jeweils ein 1 %-iges Agarosegel der PCR-Produkte von *Anisakis typica* (Spur 1-5 und 7-14). Spur 6 zeigt das PCR-Produkt von *Anisakis* sp. (HC-2005). In Spur M ist der Basenpaarleiter dargestellt und die Spur K stellt jeweils die Kontrolle dar. Die genutzten Nematoda der Spur 1-7 stammten aus *Epinephelus areolatus* der Segara Anakan, Java und der Spuren 8-14 aus Gewässern vor Bali. 92

Abbildung 35: Alignment der ITS-1, 5,8S und ITS-2 Region der aus *Epinephelus areolatus* aus Gewässern der Segara Anakan isolierten Nematoda (Seq 1/3/5) *Anisakis typica*: A. typ gegen die Referenzsequenz (Ref_A.typ) der Gendatenbank von NCBI. Unterschiede in den Sequenzen sind grau hinterlegt. 94

Abbildung 36: Alignment der ITS-1, 5,8S und ITS-2 Region der aus *Epinephelus areolatus* aus Gewässern der Segara Anakan isolierten Nematoda *Anisakis typica*: A. typ. Stellvertretend für die Sequenzen Seq 3/5 (siehe Abb. 35) von *A. typica* hier Seq 1 aus der Segara Anakan gegen die Sequenz von *Anisakis* sp. (HC-2005), Seq 6. Unterschiede in den Sequenzen sind grau markiert. 95

Abbildung 37: Alignment der ITS-1, 5,8S und ITS-2 Region der aus *Epinephelus areolatus* aus Gewässern vor Bali (Bali:_B) isolierten Nematoda. *Anisakis typica*: A. typ. Unterschiede in den Sequenzen sind grau markiert. 97

Abbildung 38: Alignment der ITS-1, 5,8S und ITS-2 Region der aus *Epinephelus areolatus* aus Gewässern der Segara Anakan (Java:_J) und Bali (Bali:_B) isolierten Nematoda *Anisakis typica*: A. typ gegen die Referenzsequenz (Ref_Seq_A.typ) der Gendatenbank von NCBI. 98

Abbildung 39: Alignment der ITS-1 Region der aus *Epinephelus areolatus* aus Gewässern der Segara Anakan (Java:_J) und Bali (Bali:_B) isolierten Nematoda *Anisakis typica*: A.typ gegen die, ebenfalls aus *E. areolatus* isolierten Nematoda *Anisakis* sp. II Sequenz balinesischer Gewässer, entnommen aus Palm et al. (2008). Unterschiede in den Sequenzen sind grau markiert. 99

Abbildung 40: Verteilung der Artenanzahlen innerhalb der Parasitengroßgruppen a) sämtlicher Probennahmen und b) pro Gebiet und Fischart. Oberhalb der schwarzen Linie sind die Ektoparasiten und unterhalb die Endoparasiten dargestellt. E.c.: *Epinephelus coioides*, E.a.: *E. areolatus*, E.f.: *E. fuscoguttatus*, S.a.: *Scatophagus argus*, B: Bali, SA 3: Segara Anakan Lagune (innerhalb), SA 4: Segara Anakan Lagune (außerhalb), PS: Pulau Seribu (Tausend Inseln). 101

Abbildung 41: Isolierte Parasitenarten von *Epinephelus coioides.* In der oberen Hälfte sind die Ektoparasiten, in der unteren die Endoparasiten dargestellt. A: Acanthocephala, Ce: Cestoda, Cr: Crustacea, D: Digenea, H: Hirudinea, M: Monogenea, MI: Microsporea, N: Nematoda, P: Ciliata. * Parasiten kommen in mehreren Organen vor. 103

Abbildung 42: Isolierte Parasitenarten von *Epinephelus areolatus.* In der oberen Hälfte sind die Ektoparasiten, in der unteren die Endoparasiten dargestellt. Rot hervorgehoben sind Vertreter der zoonotischen Gattung *Anisakis.* A: Acanthocephala, Ce: Cestoda, Cr: Crustacea, D: Digenea, M: Monogenea, MI: Microsporea, N: Nematoda. * Parasiten kommen in mehreren Organen vor. 107

Abbildung 43: Isolierte Parasitenarten von *Epinephelus fuscoguttatus.* In der oberen Hälfte sind die Ektoparasiten, in der unteren die Endoparasiten dargestellt. Ce: Cestoda, Cr: Crustacea, D: Digenea, H: Hirudinea, M: Monogenea, N: Nematoda, n: Anzahl der untersuchten Fische pro Probennahme, P: Ciliata. * Parasiten kommen in mehreren Organen vor. 109

Abbildung 44: Isolierte Parasitenarten von *Scatophagus argus.* In der oberen Hälfte sind die Ektoparasiten, in der unteren die Endoparasiten dargestellt. A: Acanthocephala, Ce: Cestoda, Cr: Crustacea, D: Digenea, M: Monogenea, MI: Microsporea, N: Nematoda, P: Ciliata. * Parasiten kommen in mehreren Organen vor. 111

Abbildung 45: a) Cluster-Analyse und b) MDS Plot der Probennahmen von *Epinephelus coioides* in der Segara Anakan Area 3, 4 und Bali in 2007/08, basierend auf den Parasitenabundanzen. SA: Segara Anakan. 129

Abbildung 46: a) Cluster-Analyse und b) MDS Plot der Probennahmen von *Epinephelus coioides* in der Segara Anakan Area 3, 4 und Bali in 2008/09, basierend auf den Parasitenabundanzen. SA: Segara Anakan. 130

Abbildung 47: a) Cluster-Analyse und b) MDS Plot der Probennahmen von *Epinephelus areolatus* in der Segara Anakan Area 4 und Bali in 2009, basierend auf den Parasitenabundanzen. SA: Segara Anakan. 131

Abbildung 48: a) Cluster-Analyse und b) MDS Plot der Probennahmen von *Scatophagus argus* in der Segara Anakan Area 3 und 4 beider Untersuchungsjahre (2007/08 und 2008/09), basierend auf den Parasitenabundanzen. R: Regenzeit, T: Trockenzeit. 132

Abbildung 49: a) Cluster-Analyse und b) MDS Plot der Probennahmen von *Epinephelus coioides* der Segara Anakan Area 3 in 2007/08 und 2008/09, basierend auf den Parasitenabundanzen. R: Regenzeit. 133

Abbildung 50: a) Cluster-Analyse und b) MDS Plot der Probennahmen von *Epinephelus coioides* der Segara Anakan Area 3 in 2004 (Yuniar 2005) und 2008/09, basierend auf den Parasitenabundanzen. R: Regenzeit, T: Trockenzeit. 134

Abbildung 51: a) Cluster-Analyse und b) MDS Plot der Probennahmen von *Epinephelus fuscoguttatus* von den Tausend Inseln der Untersuchungsjahre 2007/08 und 2008/09, basierend auf den Parasitenabundanzen. R: Regenzeit. 135

Abbildung 52: a) Cluster-Analyse und b) MDS Plot der Probennahmen von *Epinephelus fuscoguttatus* von den Tausend Inseln der Untersuchungsjahre 2003/04 (Rückert 2006) und 2008/09, basierend auf den Parasitenabundanzen. R: Regenzeit. 136

Abbildung 53: a) Cluster-Analyse und b) MDS Plot der Probennahmen von *Scatophagus argus* der Segara Anakan Area 3 in 2007/08 und 2008/09, basierend auf den Parasitenabundanzen. R: Regenzeit. 137

Abbildung 54: a) Cluster-Analyse und b) MDS Plot der Probennahmen von *Scatophagus argus* der Segara Anakan Area 3 in 2004 (Rückert et al. 2009a und Yuniar 2005) und 2008/09, basierend auf den Parasitenabundanzen. R: Regenzeit, T: Trockenzeit. 138

Abbildung 55: a) Cluster-Analyse und b) MDS Plot der Probennahmen von *Epinephelus coioides* und *E. areolatus* der Segara Anakan Area 4 im Untersuchungsjahr 2009, basierend auf den Parasitenabundanzen. 139

Abbildung 56: a) Cluster-Analyse und b) MDS Plot der Probennahmen von *Epinephelus coioides* und *E. areolatus* von Bali im Untersuchungsjahr 2009, basierend auf den Parasitenabundanzen. 140

Abbildung 57: a) Cluster-Analyse und b) MDS Plot der Probennahmen von freilebenden *Epinephelus coioides* (grün) der Segara Anakan Area 3, 4 und Bali in 2008/09 und gehälterten *E. coioides* (blau) von Sumatra in 2003 (Rückert 2006), basierend auf den Parasitenabundanzen. 141

Abbildung 58: a) Cluster-Analyse und b) MDS Plot der Probennahmen von freilebenden *Epinephelus fuscoguttatus* (grün) aus Ringgung in 2003 (Rückert 2006, Rückert et al. 2009c) und gehälterten *E.*

fuscoguttatus (blau) aus den Gewässern der Tausend Inseln in 2008/09, basierend auf den Parasitenabundanzen. 142

Abbildung 59: Integration der ersten beiden Versionen der oberen Parameter von *Epinephelus coioides* aus der Segara Anakan Area 3 in 2007/08 von der Tabelle in die Matrize.....143

Abbildung 60: Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter (Hepatosomatischer Index, Evenness der Endoparasiten (a), Evenness (total) (b), Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Endoparasitenbiodiversität (a), Parasitenbiodiversität (total) (b), Prävalenzen in %: *Trichodina* sp., *Zeylanicobdella arugamensis, Raphidascaris* sp., *Bothriocephalus* sp., *Southwellina hispida*) der Probennahme von *Epinephelus coioides* aus der Segara Anakan Area 3 in 2007/08 (Version 1 und 2). SA: Segara Anakan. 144

Abbildung 61: Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter (Hepatosomatischer Index, Evenness der Endoparasiten, Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Endoparasitenbiodiversität, Prävalenzen in %: *Trichodina* sp., *Zeylanicobdella arugamensis, Raphidascaris* sp., *Terranova* sp., *Scolex pleuronectis*) der Probennahme von *Epinephelus coioides* aus der Segara Anakan Area 3 in 2007/08 (Version 3). SA: Segara Anakan. 145

Abbildung 62: Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter (Hepatosomatischer Index, Evenness der Endoparasiten (a), Evenness (total) (b), Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Endoparasitenbiodiversität (a), Parasitenbiodiversität (total) (b), Prävalenzen in %: *Trichodina* sp., *Zeylanicobdella arugamensis, Raphidascaris* sp., *Bothriocephalus* sp., *Southwellina hispida*) der Probennahme von *Epinephelus coioides* aus der Segara Anakan Area 3 in 2008/09 (Version 1 und 2). SA: Segara Anakan. 146

Abbildung 63: Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter (Hepatosomatischer Index, Evenness der Endoparasiten, Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Endoparasitenbiodiversität, Prävalenzen in %: *Trichodina* sp., *Zeylanicobdella arugamensis, Raphidascaris* sp., *Terranova* sp., *Scolex pleuronectis*) der Probennahme von *Epinephelus coioides* aus der Segara Anakan Area 3 in 2008/09 (Version 3). SA: Segara Anakan. 147

Abbildung 64: Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter (Hepatosomatischer Index, Evenness der Endoparasiten (a), Evenness (total) (b), Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Endoparasitenbiodiversität (a), Parasitenbiodiversität (total) (b), Prävalenzen in %: *Zeylanicobdella arugamensis, Raphidascaris* sp., *Bothriocephalus* sp., *Southwellina hispida*) der Probennahme von *Epinephelus coioides* aus der Segara Anakan Area 4 in 2008 (Version 1 und 2). SA: Segara Anakan. 148

Abbildung 65: Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter (Hepatosomatischer Index, Evenness der Endoparasiten, Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Endoparasitenbiodiversität, Prävalenzen in %: *Zeylanicobdella arugamensis, Raphidascaris* sp., *Terranova* sp., *Scolex pleuronectis*) der Probennahme von *Epinephelus coioides* aus der Segara Anakan Area 4 in 2008 (Version 3). SA: Segara Anakan. 149

Abbildung 66: Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter (Hepatosomatischer Index, Evenness der Endoparasiten (a), Evenness (total) (b), Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Endoparasitenbiodiversität (a), Parasitenbiodiversität (total) (b), Prävalenzen in %: *Zeylanicobdella arugamensis, Raphidascaris* sp., *Bothriocephalus* sp., *Southwellina hispida*) der Probennahme von *Epinephelus coioides* aus der Segara Anakan Area 4 in 2008/09 (Version 1 und 2). SA: Segara Anakan. 150

Abbildung 67: Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter (Hepatosomatischer Index, Evenness der Endoparasiten, Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Endoparasitenbiodiversität, Prävalenzen in %: *Zeylanicobdella arugamensis, Raphidascaris* sp., *Terranova* sp., *Scolex pleuronectis*) der Probennahme von *Epinephelus coioides* aus der Segara Anakan Area 4 in 2008/09 (Version 3). SA: Segara Anakan. 151

Abbildung 68: Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter (Hepatosomatischer Index, Evenness der Endoparasiten (a), Evenness (total) (b), Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Endoparasitenbiodiversität (a), Parasitenbiodiversität (total) (b), Prävalenzen in %: *Trichodina* sp.,

Raphidascaris sp., *Bothriocephalus* sp.) der Probennahme von *Epinephelus coioides* aus Bali in 2008 (Version 1 und 2). B: Bali. 152

Abbildung 69: Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter (Hepatosomatischer Index, Evenness der Endoparasiten, Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Endoparasitenbiodiversität, Prävalenzen in %: *Trichodina* sp., *Raphidascaris* sp., *Terranova* sp., *Scolex pleuronectis*) der Probennahme von *Epinephelus coioides* aus Bali in 2008 (Version 3). B: Bali. 153

Abbildung 70: Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter (Hepatosomatischer Index, Evenness der Endoparasiten (a), Evenness (total) (b), Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Endoparasitenbiodiversität (a), Parasitenbiodiversität (total) (b), Prävalenzen in %: *Raphidascaris* sp., *Bothriocephalus* sp.) der Probennahme von *Epinephelus coioides* aus Bali in 2009 (Version 1 und 2). B: Bali..... 154

Abbildung 71: Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter (Hepatosomatischer Index, Evenness der Endoparasiten, Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Endoparasitenbiodiversität, Prävalenzen in %: *Raphidascaris* sp., *Terranova* sp., *Scolex pleuronectis*) der Probennahme von *Epinephelus coioides* aus Bali in 2009 (Version 3). B: Bali. 155

Abbildung 72: Vergleichsdaten (Yuniar 2005, Yuniar et al. 2007): Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter (Evenness der Endoparasiten (a), Evenness (total) (b), Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Endoparasitenbiodiversität (a), Parasitenbiodiversität (total) (b), Prävalenzen in %: *Trichodina* sp., *Zeylanicobdella arugamensis, Raphidascaris* sp., *Bothriocephalus* sp., *Southwellina hispida*) der Probennahme von *Epinephelus coioides* (freilebend) der Segara Anakan Area 3 in 2004 (Version 1 und 2). SA: Segara Anakan..... 156

Abbildung 73: Vergleichsdaten (Rückert 2006): Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter (Hepatosomatischer Index, Evenness der Endoparasiten (a), Evenness (total) (b), Ekto-/ Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Endoparasitenbiodiversität (a), Parasitenbiodiversität (total) (b), Prävalenzen in %: *Trichodina* sp., *Raphidascaris* sp., *Terranova* sp., *Scolex pleuronectis*) der Probennahme von *Epinephelus coioides* (freilebend) vor Sumatra in 2003 (Version 1 und 2). RG: Ringgung. 157

Abbildung 74: Vergleichsdaten (Rückert 2006): Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter (Hepatosomatischer Index, Evenness der Endoparasiten (a), Evenness (total) (b), Ekto-/ Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Endoparasitenbiodiversität (a), Parasitenbiodiversität (total) (b), Prävalenzen in %: *Trichodina* sp., *Raphidascaris* sp., *Terranova* sp., *Scolex pleuronectis*) der Probennahme von *Epinephelus coioides* (gehältert) vor Sumatra (BBL) in 2003 (Version 1 und 2). BBL: Balai Budidaya Laut. 158

Abbildung 75: Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter (Hepatosomatischer Index, Evenness der Endoparasiten (a), Evenness (total) (b), Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Endoparasitenbiodiversität (a), Parasitenbiodiversität (total) (b), Prävalenzen in %: *Didymodiclinus* sp., *Serrasentis sagittifer, Raphidascaris* sp., *Parotobothrium balli*, *Callitetrarhynchus gracilis*) der Probennahme von *Epinephelus areolatus* aus der Segara Anakan Area 4 in 2009 (Version 1 und 2). SA: Segara Anakan..... 159

Abbildung 76: Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter (Hepatosomatischer Index, Evenness der Endoparasiten (a), Evenness (total) (b), Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Endoparasitenbiodiversität (a), Parasitenbiodiversität (total) (b), Prävalenzen in %: *Didymodiclinus* sp., *Serrasentis sagittifer, Raphidascaris* sp., *Parotobothrium balli*, *Callitetrarhynchus gracilis*) der Probennahme von *Epinephelus areolatus* aus Bali in 2009 (Version 1 und 2). B: Bali..... 160

Abbildung 77: Vergleichsdaten (Rückert 2006, Rückert et al. 2009c): Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter (Hepatosomatischer Index, Evenness der Endoparasiten, Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Endoparasitenbiodiversität, Prävalenzen in %: *Trichodina* sp., *Allopodocotyle epinepheli, Raphidascaris* sp., *Terranova* sp., *Scolex pleuronectis*) der Probennahme von *Epinephelus fuscoguttatus* aus Sumatra, Ringgung in a) 2002/03 und b) 2003 (je nur eine Version vorhanden). RG: Ringgung. 161

Abbildung 78: Vergleichsdaten (Rückert 2006, Rückert et al. 2009c): Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter (Hepatosomatischer Index, Evenness der Endoparasiten, Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Endoparasitenbiodiversität, Prävalenzen in %: *Trichodina* sp., *Allopodocotyle epinepheli, Raphidascaris* sp., *Terranova* sp., *Scolex pleuronectis*) der Probennahme von *Epinephelus fuscoguttatus* aus Sumatra, Ringgung in 2003/04 (je nur eine Version vorhanden). RG: Ringgung. 162

Abbildung 79: Vergleichsdaten (verändert nach Palm et al. eingereicht, Rückert 2006): Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter (Hepatosomatischer Index, Evenness der Endoparasiten, Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Endoparasitenbiodiversität, Prävalenzen in %: *Trichodina* sp., *Allopodocotyle epinepheli, Raphidascaris* sp., *Terranova* sp., *Scolex pleuronectis*) der Probennahme von *Epinephelus fuscoguttatus* aus den Gewässern der Tausend Inseln in a) 2003/04 und b) 2004/05 (je nur eine Version vorhanden). PS: Pulau Seribu (Tausend Inseln). .163

Abbildung 80: Vergleichsdaten (verändert nach Palm et al. eingereicht, Rückert 2006): Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter (Hepatosomatischer Index, Evenness der Endoparasiten, Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Endoparasitenbiodiversität, Prävalenzen in %: *Trichodina* sp., *Allopodocotyle epinepheli, Raphidascaris* sp., *Terranova* sp., *Scolex pleuronectis*) der Probennahme von *Epinephelus fuscoguttatus* aus den Gewässern der Tausend Inseln in a) 2005/06 und b) 2006 (je nur eine Version vorhanden). PS: Pulau Seribu (Tausend Inseln). 164

Abbildung 81: Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter (Hepatosomatischer Index, Evenness der Endoparasiten (a), Evenness (total) (b), Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Endoparasitenbiodiversität (a), Parasitenbiodiversität (total) (b), Prävalenzen in %: *Trichodina* sp., *Allopodocotyle epinepheli, Raphidascaris* sp., *Terranova* sp., *Scolex pleuronectis*) der Probennahme von *Epinephelus fuscoguttatus* aus den Gewässern der Tausend Inseln in 2007/08 (Version 1 und 2). PS: Pulau Seribu (Tausend Inseln). 165

Abbildung 82: Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter (Hepatosomatischer Index, Evenness der Endoparasiten (a), Evenness (total) (b), Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Endoparasitenbiodiversität (a), Parasitenbiodiversität (total) (b), Prävalenzen in %: *Trichodina* sp., *Allopodocotyle epinepheli, Raphidascaris* sp., *Terranova* sp., *Scolex pleuronectis*) der Probennahme von *Epinephelus fuscoguttatus* aus den Gewässern der Tausend Inseln in 2008/09 (Version 1 und 2). PS: Pulau Seribu (Tausend Inseln). 166

Abbildung 83: Vergleichsdaten (Yuniar 2005, Yuniar et al. 2007): Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter (Hepatosomatischer Index, Evenness der Endoparasiten (a), Evenness (total) (b), Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Endoparasitenbiodiversität (a), Parasitenbiodiversität (total) (b), Prävalenzen in %: *Cymothoa elegans, Cucullanus* sp*., Bothriocephalus* sp*., Filisoma rizalinum, Prosorhynchus* sp. II) der Probennahme von *Scatophagus argus* aus der Segara Anakan Area 3 in 2007/08 (Version 1 und 2). SA: Segara Anakan. 168

Abbildung 84: Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter (Evenness der Endoparasiten, Ekto-/ Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Endoparasitenbiodiversität, Prävalenzen in %: *Trichodina* sp., *Cymothoa elegans, Cucullanus* sp*., Bothriocephalus* sp*., Filisoma rizalinum, Prosorhynchus* sp. II) der Probennahme von *Scatophagus argus* aus der Segara Anakan Area 3 in 2007/08 (Version 3). SA: Segara Anakan. 169

Abbildung 85: Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter (Hepatosomatischer Index, Evenness der Endoparasiten (a), Evenness (total) (b), Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Endoparasitenbiodiversität (a), Parasitenbiodiversität (total) (b), Prävalenzen in %: *Cymothoa elegans, Cucullanus* sp*., Bothriocephalus* sp*., Filisoma rizalinum, Prosorhynchus* sp. II) der Probennahme von *Scatophagus argus* aus der Segara Anakan Area 3 in 2008/09 (Version 1 und 2). SA: Segara Anakan. 170

Abbildung 86: Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter (Evenness der Endoparasiten, Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Endoparasitenbiodiversität, Prävalenzen in %: *Trichodina* sp., *Cymothoa elegans, Cucullanus* sp*., Bothriocephalus* sp*., Filisoma rizalinum, Prosorhynchus* sp. II) der Probennahme von *Scatophagus argus* aus der Segara Anakan Area 3 in 2008/09 (Version 3). SA: Segara Anakan. 171

Abbildung 87: Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter (Hepatosomatischer Index, Evenness der Endoparasiten (a), Evenness (total) (b), Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Endoparasitenbiodiversität (a), Parasitenbiodiversität (total) (b), Prävalenzen in %: *Cymothoa elegans, Cucullanus* sp*., Bothriocephalus* sp*., Filisoma rizalinum, Prosorhynchus* sp. II) der Probennahme von *Scatophagus argus* aus der Segara Anakan Area 4 in 2008 (Version 1 und 2). SA: Segara Anakan. 172

Abbildung 88: Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter (Evenness der Endoparasiten, Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Endoparasitenbiodiversität, Prävalenzen in %: *Cymothoa elegans, Cucullanus* sp*., Bothriocephalus* sp*., Filisoma rizalinum, Prosorhynchus* sp. II) der Probennahme von *Scatophagus argus* aus der Segara Anakan Area 4 in 2008 (Version 3). SA: Segara Anakan. 173

Abbildung 89: Vergleichsdaten (Yuniar 2005, Yuniar et al. 2007): Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter (Evenness der Endoparasiten (a), Evenness (total) (b), Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Endoparasitenbiodiversität (a), Parasitenbiodiversität (total) (b), Prävalenzen in %: *Trichodina* sp., *Cymothoa* sp., *Cucullanus* sp*., Bothriocephalus* sp*., Filisoma* cf. *indicum, Prosorhynchus* sp. II) der Probennahme von *Scatophagus argus* aus der Segara Anakan Area 2 in 2004 (Version 1 und 2). SA: Segara Anakan. 174

Abbildung 90: Vergleichsdaten (Yuniar 2005, Yuniar et al. 2007): Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter (Evenness der Endoparasiten (a), Evenness (total) (b), Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Endoparasitenbiodiversität (a), Parasitenbiodiversität (total) (b), Prävalenzen in %: *Trichodina* sp., *Cymothoa* sp.*„ Cucullanus* sp*., Bothriocephalus* sp*., Filisoma* cf. *indicum, Prosorhynchus* sp. II) der Probennahme von *Scatophagus argus* aus der Segara Anakan Area 3 in 2004 (Version 1 und 2). SA: Segara Anakan. 175

Abbildung 91: Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter der Version 1 der Probennahmen von *Epinephelus coioides* aus der Segara Anakan Area 3, 4 und Bali in a) 2007/08 und b) 2008/09 zur Darstellung der Regionalität. B: Bali, SA: Segara Anakan..... 176

Abbildung 92: Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter der Version 1 der Probennahmen von a) *Epinephelus areolatus* aus der Segara Anakan Area 4 und Bali. b) *Scatophagus argus* der Segara Anakan Area 2 (Rückert et al. 2009a, Yuniar 2005), 3 und 4 zur Darstellung der Regionalität. B: Bali, SA: Segara Anakan..... 177

Abbildung 93: Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter der Version 1 der Probennahmen von a) *Epinephelus coioides* aus der Segara Anakan Area 3 in 2004 (Yuniar 2005), 2007/08 und 2008/09 und b) *E. fuscoguttatus* von den Tausend Inseln in 2003/04 (Rückert 2006), 2007/08 und 2008/09 zur Darstellung der Annualität. PS: Pulau Seribu (Tausend Inseln). 178

Abbildung 94: Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter der Version 1 der Probennahme von *Scatophagus argus* der Segara Anakan Area 3 in 2004 (Yuniar 2005, Yuniar et al. 2007), 2007/08 und 2008/09 zur Darstellung der Annualität. SA: Segara Anakan..... 179

Abbildung 95: Möglicher Lebenszyklus von *Didymodiclinus* sp. und Didymozoidae gen. et sp. indet. 227

Abbildung 96: Möglicher Lebenszyklus von *Paradiscogaster farooqii.* 228

Abbildung 97: Möglicher Lebenszyklus von *Allopodocotyle epinepheli, Allopodocotyle* sp. und *Cainocraedium epinepheli.* 229

Abbildung 98: Möglicher Lebenszyklus von *Prosorhynchus* cf. *crucibulum, P. luzonicus, Prosorhynchus* sp. I und II und Bucephalidae gen. et sp. indet..... 230

Abbildung 99: Möglicher Lebenszyklus von *Lecithochirium magnaporum.* 231

Abbildung 100: Möglicher Lebenszyklus von *Bothriocephalus* sp. 233

Abbildung 101: Möglicher Lebenszyklus von a) *Callitetrarhynchus gracilis* (dicker Pfeil) und b) *Parotobothrium balli* (dünner Pfeil). 234

Abbildung 102: Möglicher Lebenszyklus von *Anisakis typica* und *Anisakis* sp. 235

Abbildung 103: Möglicher Lebenszyklus von *Raphidascaris* sp. 236

Abbildung 104: Möglicher Lebenszyklus von *Cucullanus* sp. 237

Abbildung 105: Möglicher Lebenszyklus von a) *Camallanus carangis* (dicker Pfeil) und b) *Philometra* sp. und *Spirophilometra* sp. (dünner Pfeil). 238

Abbildung 106: Möglicher Lebenszyklus von *Filisoma rizalinum.* 239

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zusammenstellung der weltweit nachgewiesenen Parasitenarten/-gattungen bei *Epinephelus areolatus*. 8

Tabelle 2: Zusammenstellung der weltweit nachgewiesenen Parasitenarten/-gattungen bei *Epinephelus coioides*. 9

Tabelle 3: Zusammenstellung der weltweit nachgewiesenen Parasitenarten/-gattungen bei *Epinephelus fuscoguttatus*. 11

Tabelle 4: Zusammenstellung der weltweit nachgewiesenen Parasitenarten/-gattungen von *Scatophagus argus*..... 13

Tabelle 5: Angaben zu den Hälterungsbedingungen in der Marikulturanlage der Tausend Inseln 2008/2009. 21

Tabelle 6: Angaben zu Fischart, Gebiet, Probennahme (Jahr), Habitat und Fangzeit sowie Anzahl (n) der untersuchten Fische der einzelnen Probenahmen und Totalanzahl des Untersuchungsmaterials. R: Regenzeit, T: Trockenzeit. 22

Tabelle 7: Angaben zu Fischart, Gebiet, Probennahme (Jahr), Habitat und Fangzeit sowie Anzahl (n) der untersuchten Fische der Vergleichsprobennahmen mit Referenzangabe. R: Regenzeit, T: Trockenzeit. BBL: Balai Budidaya Laut. 22

Tabelle 8: Übersicht über das verwendete Nematodamaterial isoliert aus *Epinephelus areolatus*. Angegeben sind die Proben-Spur Nr. (siehe Agarosegelbild in Abb. 34), das Untersuchungsgebiet, der Sitz im Wirt und der Nematoda. SA: Segara Anakan. 38

Tabelle 9: Übersicht über Habitate, Zeiten, Anzahlen (n), Längen, Gewichte und Geschlechterverteilung der untersuchten Fischarten der jeweiligen Untersuchungsgebiete. TL: Totallänge, FG: Frischgewicht, SG: Schlachtgewicht (angegeben als Mittelwert und Bereich), m: männlich, w: weiblich. 42

Tabelle 10: Übersicht über Längen und GC Gehalte der ITS-1 und ITS-2 Regionen und der gesamten Amplifikate. Angegeben sind die Proben- Spur- Nr. und Accession-Nr., die Basenpaarlänge (Bp) und der GC Gehalt der verschiedenen amplifizierten Regionen (in %). SA: Segara Anakan. 93

Tabelle 11: Prävalenzen (P in %), mittlere Intensitäten (mI), Intensitäten (I, als Bereich), mittlere Abundanzen (mA) und relative Häufigkeiten (p_i in %) der nachgewiesenen Parasitenarten/-taxa von *Epinephelus coioides* der Segara Anakan (SA 3) der beiden Jahre. Am Ende der Tabelle ist das Ekto-/ Endoparasiten Verhältnis angegeben. A: Acanthocephala, Ce: Cestoda, Cr: Crustacea, D: Digenea, H: Hirudinea, M: Monogenea, MI: Microsporea, N: Nematoda, n: Anzahl der untersuchten Fische pro Probennahme, P: Ciliata. 104

Tabelle 12: Prävalenzen (P in %), mittlere Intensitäten (mI), Intensitäten (I, als Bereich), mittlere Abundanzen (mA) und relative Häufigkeiten (p_i in %) der nachgewiesenen Parasitenarten/-taxa von *Epinephelus coioides* der Segara Anakan (SA 4) beider Jahre. Am Ende der Tabelle ist das Ekto-/ Endoparasiten Verhältnis angegeben. A: Acanthocephala, Ce: Cestoda, Cr: Crustacea, D: Digenea, H: Hirudinea, M: Monogenea, MI: Microsporea, N: Nematoda, n: Anzahl der untersuchten Fische pro Probennahme, n.u.: nicht untersucht, P: Ciliata. 105

Tabelle 13: Prävalenzen (P in %), mittlere Intensitäten (mI), Intensitäten (I, als Bereich), mittlere Abundanzen (mA) und relative Häufigkeiten (p_i in %) der nachgewiesenen Parasitenarten/-taxa von *Epinephelus coioides* von Bali (B) beider Jahre. Am Ende der Tabelle ist das Ekto-/Endoparasiten Verhältnis angegeben. A: Acanthocephala, Ce: Cestoda, Cr: Crustacea, D: Digenea, H: Hirudinea, M: Monogenea, MI: Microsporea, N: Nematoda, n: Anzahl der untersuchten Fische pro Probennahme, n.u.: nicht untersucht, P: Ciliata. 106

Tabelle 14: Prävalenzen (P in %), mittlere Intensitäten (mI), Intensitäten (I, als Bereich), mittlere Abundanzen (mA) und relative Häufigkeiten (p_i in %) der nachgewiesenen Parasitenarten/-taxa von *Epinephelus areolatus* der Segara Anakan (SA 4) und von Bali (B). Am Ende der Tabelle ist das Ekto-

/Endoparasiten Verhältnis angegeben. A: Acanthocephala, Ce: Cestoda, Cr: Crustacea, D: Digenea, M: Monogenea, MI: Microsporea, N: Nematoda, n: Anzahl der untersuchten Fische pro Probennahme. 108

Tabelle 15: Prävalenzen (P in %), mittlere Intensitäten (mI), Intensitäten (I, als Bereich), mittlere Abundanzen (mA) und relative Häufigkeiten (p_i in %) der nachgewiesenen Parasitenarten/-taxa von *Epinephelus fuscoguttatus* von den Tausend Inseln (PS) der verschiedenen Jahre. Am Ende der Tabelle ist das Ekto-/Endoparasiten Verhältnis angegeben. Ce: Cestoda, Cr: Crustacea, D: Digenea, H: Hirudinea, M: Monogenea, N: Nematoda, n: Anzahl der untersuchten Fische pro Probennahme, P: Ciliata. 110

Tabelle 16: Prävalenzen (P in %), mittlere Intensitäten (mI), Intensitäten (I, als Bereich), mittlere Abundanzen (mA) und relative Häufigkeiten (p_i in %) der nachgewiesenen Parasitenarten/-taxa von *Scatophagus argus* der Segara Anakan (Area 3, 4) der verschiedenen Jahre. Am Ende der Tabelle ist das Ekto-/Endoparasiten Verhältnis angegeben. A: Acanthocephala, Ce: Cestoda, Cr: Crustacea, D: Digenea, M: Monogenea, MI: Microsporea, N: Nematoda, n: Anzahl der untersuchten Fische pro Probennahme, n.u.: nicht untersucht, P: Ciliata. 112

Tabelle 17: Vergleich der Ergebnisse verschiedener Berechnungen/Parameter von *Epinephelus coioides* sämtlicher Untersuchungsgebiete und Jahre. Dargestellt sind der Hepatosomatische Index (HSI) und Konditionsfaktor (K) angegeben als Mittelwert mit Standardfehler (Stderr), Diversitätsindex (H´) für die Endoparasiten und für alle Parasiten, Dominanzindex (E) für die Endoparasiten und für alle Parasiten, Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Trichodinenbefall (in P %), Simpson Index (D), und der Berger-Parker Index (BP) mit Angabe der dominanten Art. SA: Segara Anakan, B: Bali, n.u.: nicht untersucht. 113

Tabelle 18: Vergleich der Ähnlichkeitsindizes: Jaccard Index (IS_j) und Sörensen Index (IS_s) von *Epinephelus coioides* sämtlicher Untersuchungsgebiete und Jahre. SA: Segara Anakan, B: Bali.....114

Tabelle 19: Vergleich der Ergebnisse des Aggregations Index (AI) von *Epinephelus coioides* sämtlicher Untersuchungsgebiete und Jahre. SA: Segara Anakan, B: Bali, n.u.: nicht untersucht. 115

Tabelle 20: Vergleich der Ergebnisse verschiedener Berechnungen/Parameter von *Epinephelus areolatus* und *E. fuscoguttatus* sämtlicher Untersuchungsgebiete und Jahre. Dargestellt sind der Hepatosomatische Index (HSI) und Konditionsfaktor (K) angegeben als Mittelwert und Standardfehler (Stderr), Diversitätsindex (H´) für die Endoparasiten und für alle Parasiten, Dominanzindex (E) für die Endoparasiten und für alle Parasiten, Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Trichodinenbefall (in P %), Simpson Index (D) und der Berger-Parker Index (BP) mit Angabe der dominanten Art. SA: Segara Anakan, B: Bali, PS: Pulau Seribu (Tausend Inseln), n.u.: nicht untersucht. 116

Tabelle 21: Vergleich der Ähnlichkeitsindizes: Jaccard Index (IS_j) und Sörensen Index (IS_s) von *Epinephelus areolatus* sämtlicher Untersuchungsgebiete. SA: Segara Anakan, B: Bali. 117

Tabelle 22: Vergleich der Ergebnisse des Aggregations Index (AI) von *Epinephelus areolatus* beider Untersuchungsgebiete. SA: Segara Anakan, B: Bali. 117

Tabelle 23: Vergleich der Ähnlichkeitsindizes: Jaccard Index (IS_j) und Sörensen Index (IS_s) von *Epinephelus fuscoguttatus* von den Tausend Inseln der beiden Untersuchungsjahre. PS: Pulau Seribu (Tausend Inseln). 119

Tabelle 24: Vergleich der Ergebnisse des Aggregations Index (AI) von *Epinephelus fuscoguttatus* von den Tausend Inseln der beiden Untersuchungsjahre. PS: Pulau Seribu (Tausend Inseln). 119

Tabelle 25: Vergleich der Ergebnisse verschiedener Berechnungen/Parameter von *Scatophagus argus* sämtlicher Untersuchungsgebiete und Jahre. Dargestellt sind der Hepatosomatische Index (HSI) und Konditionsfaktor (K) angegeben als Mittelwert mit Standardfehler (Stderr), Diversitätsindex (H´) für die Endoparasiten und für alle Parasiten, Dominanzindex (E) für die Endoparasiten und für alle Parasiten, Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Trichodinenbefall (in P %), Simpson Index (D) und der Berger-Parker Index (BP) mit Angabe der dominanten Art. SA: Segara Anakan, n.u.: nicht untersucht. 121

Tabelle 26: Vergleich der Ähnlichkeitsindizes: Jaccard Index (IS_j) und Sörensen Index (IS_s) von *Scatophagus argus* sämtlicher Untersuchungsgebiete und Jahre. SA: Segara Anakan. 122

Tabelle 27: Vergleich der Ergebnisse des Aggregations Index (AI) von *Scatophagus argus* sämtlicher Untersuchungsgebiete und Jahre. SA: Segara Anakan, n.u.: nicht untersucht. 122

Tabelle 28: Vergleichsdaten der Ergebnisse verschiedener Berechnungen/Parameter vorangegangener Arbeiten (Rückert et al. 2009a, Yuniar 2005, Yuniar et al. 2007) von *Epinephelus coioides* aus der Segara Anakan Area 3 und *Scatophagus argus* aus der Segara Anakan Area 2 und 3. Dargestellt sind die Parameter, die auch in die jeweiligen Stargraphen integriert wurden. n: Anzahl der untersuchten Fische, SA: Segara Anakan. 123

Tabelle 29: Vergleichsdaten der Ergebnisse verschiedener Berechnungen/Parameter vorangegangener Arbeiten (Rückert 2006) von *Epinephelus coioides* aus Sumatra, gehälterter und freilebender Fische. Dargestellt sind die Parameter, die auch in die jeweiligen Stargraphen integriert wurden. n: Anzahl der untersuchten Fische, BBL: Balai Budidaya Laut, FL: freilebend, MK: Marikultur (gehältert). 124

Tabelle 30: Vergleichsdaten der Ergebnisse verschiedener Berechnungen/Parameter vorangegangener Arbeiten (Palm und Rückert 2009, Palm et al. eingereicht, Rückert 2006) von gehälterten *Epinephelus fuscoguttatus* aus den Gewässern der Tausend Inseln der Jahre 2003/04 bis 2006. Dargestellt sind die Parameter, die auch in die jeweiligen Stargraphen integriert wurden. n: Anzahl der untersuchten Fische, PS: Pulau Seribu (Tausend Inseln)..... 124

Tabelle 31: Vergleichsdaten der Ergebnisse verschiedener Berechnungen/Parameter vorangegangener Arbeiten (Rückert 2006, Rückert et al. 2009c) von freilebenden *Epinephelus fuscoguttatus* vor Ringgung der Jahre 2002/03, 2003 und 2003/04. Dargestellt sind die Parameter, die auch in die jeweiligen Stargraphen integriert wurden. n: Anzahl der untersuchten Fische, RG: Ringgung. 124

Tabelle 32: Übersicht der neuen Wirts- und Gebietsnachweise der isolierten Parasiten sämtlicher untersuchter Fische und Gebiete. B: Bali, PS: Pulau Seribu (Tausend Inseln), SA: Segara Anakan.. 181

Tabelle 33: Nachgewiesene Parasitenarten der untersuchten Fischarten für Indonesien und weltweit. Angabe der in dieser Studie erbrachten Artenanzahlen (rot) mit prozentualem Anteil dieser Nachweise an den bereits existierenden Nachweisen (in Fettschrift) für Indonesien und weltweit. n: Anzahl untersuchte Fische, n.u.: nicht untersucht..... 183

Tabelle 34: Zusammenfassung der Bewertung der genutzten Parameter als Bioindikatoren..... 225

Fototafelverzeichnis

Fototafel 1: Untersuchte Zackenbarscharten (Serranidae). (A) *Epinephelus coioides.* (B) *Epinephelus areolatus*. (C) *Epinephelus fuscoguttatus.* Balken: A-C, 1,8 cm. 12

Fototafel 2: Untersuchte zusätzliche Fischart (Scatophagidae) aus der Segara Anakan. (A) *Scatophagus argus.* Dargestellt mit freipräpariertem Mund und Kiemenbereich, um den parasitischen Crustacea *Cymothoa elegans* sichtbar zu machen. Balken: A, 2 cm.....14

Fototafel 3: Ciliata: (A-D) *Trichodina* spp. in Aufsicht.(A, B, D) *Trichodina* sp. I von *Epinephelus* spp. (C) *Trichodina* sp. II von *Scathophagus argus.* Balken: A-B, 10 µm; C-D, 20 µm. C: Cilien, Hz: Hakenkranz. Silbernitratfärbung. 47

Fototafel 4: Digenea I: (A) Habitus von *Paradiscogaster farooqii.* (B) Habitus von *Allopodocotyle epinepheli.* Balken: A, 0,07 mm; B, 0,35 mm. BS: Bauchsaugnapf, CS: Cirrussack, GP: Genitalporus, Ho: Hoden, MS: Mundsaugnapf, Ov: Ovar, Px: Pharynx, Ut: Uterus gefüllt mit Eiern, Vi: Vitellarien. A-B: Glycerinpräparate. 57

Fototafel 5: Digenea II: (A) Habitus von *Cainacraedium epinepheli.* (B) Habitus von *Prosorhynchus* cf. *crucibulum.* (C+E) Habitus von *Prosorhynchus* sp. I (C) und II (E). (D) Habitus von *Prosorhynchus luzonicus.* (F) Habitus von *Lecithochirium magnaporum.* Balken: A, 0,25 mm; B, 0,15 mm; C, 0,14 mm; D, 0,20 mm; E, 0,12 mm; F, 0,30 mm. BS: Bauchsaugnapf, CS: Cirrussack, DS: Darmschenkel, E: Eier, Ek: Eksoma, GP: Genitalporus, Ho: Hoden, MS: Mundsaugnapf, Ov: Ovar, Px: Pharynx, Rh: Rhynchus, SD: sacculärer Darm, Ut: Uterus, Vi: Vitellarien. A-C, E-F: Glycerinpräparate, D: Kanadabalsampräparat. 58

Fototafel 6: Monogenea: (A) Habitus von *Benedenia epinepheli.* (B) Habitus von *Metahaliotrema scatophagi*. (C) Opisthaptor von *Metahaliotrema scatophagi*. (D) Habitus von *Pseudorhabdosynochus lantauensis.* (E) Opisthaptor von *Pseudorhabdosynochus lantauensis.* Balken: A, 0,30 mm; B-E, 0,07 mm. AH: anteriorer Hamuli, AO: Anheftungsorgan, AP: Augenflecken, AS: akzessorische Sklerite, CS: Cirrussack, DB: Dorsalbalken, HK: Haken, Ho: Hoden, Op: Opisthaptor, Ov: Ovar, Px: Pharynx, RAD: Reservoir der akzessorischen Drüsen, SQ: Squamodiscus, Vi: Vitellarien. A-E: Glycerinpräparate. 62

Fototafel 7: Cestoda I: (A-B) *Bothriocephalus* sp. (A) Scolex. (B) Proglottiden. (C) Habitus von *Parotobothrium balli*. (D) Cestoda indet.: Larve in Entwicklung. Balken: A, 0,40 mm; B, 0,15 mm; C-D, 0,20 mm. Ap: Appendix, Bo: Bothrien, Bu: Bulben, LiE: Larve in Entwicklung, Pt: Proglottiden, Sx: Scolex, T: Tentakel. A-D: Kanadabalsampräparate.....66

Fototafel 8: Cestoda II: (A-E) *Callitetrarhynchus gracilis.* (A) Pars Bothrialis. (B) Pars Bulbosa und Tentakelscheiden. (C) Teil der Pars Postbulbosa mit Mikrotrichen. (D) Detailansicht der eingestülpten Tentakel. (E) Detailansicht der Hakenkette. Balken: A, 0,20 mm; B, 0,25 mm; C, 0,15 mm; D, 0,10 mm; E, 0,05 mm. Bo: Bothrien, Bu: Bulben, eT: eingestülpter Tentakel, Hkk: Hakenkette, Mt: Mikrotrichen, T: Tentakel, Ts: Tentakelscheide. A-E: Kanadabalsampräparate. 67

Phototafel 9: Nematoda I: (A) Anteriorer Teil von *Raphidascaris* sp. (B-C) *Anisakis typica.* (B) Anterior. (C) Posterior. Balken: A, 0,06 mm; B-C, 0,14 mm. An: Anus, Ap: Appendix, Da: Darm, LA: Lippenanlage, Li: Lippen, Mf: Mundöffnung, Oe: Oesophagus, Ve: Ventrikel. A-C: Glycerinpräparate. 73

Fototafel 10: Nematoda II: (A) Habitus von *Cucullanus* sp. (B) Anteriorer Teil von *Camallanus carangis*. (C-F) *Philometra* sp. (C) Anterior. (D) Posterior mit Larven. (E) Detailansicht der Lippenstrukturen. (F) Detailansicht: Uterus mit Larven. (G-H) *Spirophilometra* sp. (G) Anterior. (H) Posterior. Balken: A, 0,20 mm; B, 0,035 mm; C, 0,18 mm; D, 0,15 mm; E, 0,10 mm; F, 0,20 mm; G-H, 0,17 mm. BR: basaler Ring, DZ: Dreizack, KK: Kopfkapsel, Lv: Larven, MOe: muskulärer Oesophagus, Vd: Verdickung. A-H: Glycerinpräparate. 74

Fototafel 11: Acanthocephala I: (A) Teile des Habitus von *Filisoma rizalinum.* Balken: A, 0,20 mm. Bs: Bursa copulatrix, Ho: Hoden, Pb: Proboscis, PbS: Proboscisscheide, SB: Samenblase, ZD: Zementdrüsen. Glycerinpräparat. 76

Fototafel 12: Acanthocephala II: (A-D) *Serrasentis sagittifer*. (A) Proboscis. (B+D) Detailansicht der Proboscisscheide und Kämme. (C) Detailansicht der ersten Hakenreihe. Balken: A, 0,30 mm; B-C, 0,15 mm; D, 0,20 mm. eHR: erste Hakenreihe, HK: Haken, K: Kämme, Pb: Proboscis, PbS: Proboscisscheide. A-D: Kanadabalsampräparate. 77

Fototafel 13: Acanthocephala III: (A-C) *Southwellina hispida.* (A) Habitus ♀. (B) Detailansicht der verschiedenen Behakungen. (C) Anterior ♂. Balken: A, 0,30 mm; B, 0,25 mm; C, 0,30 mm. Di: Diverticulum, HR: Halsretraktor, Lk: Lemnisken, LS: Ligamentstrang, Pb: Proboscis, PbS: Proboscisscheide, PHk: Proboscishaken, RHk: Rumpfhaken, SA: Selektivapparat, Ut: Uterus, VM: Vaginalmuskel, Vv: Vulva. A+C: Glycerinpräparate, B: Kanadabalsampräparat. 79

Fototafel 14: Acanthocephala IV: Rasterelektronenmikroskopie (REM): (A-C) *Southwellina hispida.* (A) Detailansicht der verschiedenen Behakungen. (B) Detailansicht der Proboscisbehakung. (C) Detailansicht der Rumpfbehakung. Balken: A, 200 µm; B-C, 20 µm. Pb: Proboscis, PHk: Proboscishaken, RHk: Rumpfhaken. 80

Fototafel 15: Hirudinea: (A-C) *Zeylanicobdella arugamensis.* (A) Anterior. (B) Posterior. (C) Mittelteil mit Hoden. Balken: A-B, 0,60 mm; C, 1,00 mm. aSN: abdominaler Saugnapf, Ho: Hoden, vSN: vorderer Saugnapf. A-C: Glycerinpräparat. 81

Fototafel 16: Crustacea I: (A) Habitus dorsal von *Caligus acanthopagri.* (B) Habitus dorsal von *Caligus* cf. *epinepheli.* (C) Habitus von *Hatschekia* sp. (D) Pennelidae gen. et sp. indet. II, Dorsalansicht. Balken: A, 0,20 mm, B, 0,40 mm, C, 0,18 mm, D, 0,30 mm. Ad: Abdomen, CT: Cephalothorax, E: Eier, ES: Eischlauch, GS: Genitalsegment, Lu: Lunulen. A-D: Glycerinpräparate. 89

Fototafel 17: Crustacea II: (A) Habitus lateral von *Ergasilus* sp. (B) Habitus von Gnathiidae gen. et sp. indet. (C-D) Habitus von *Alcirona* sp. (C) Habitus dorsal. (D) Habitus ventral. (E-F) Habitus von *Cymothoa elegans.* (E) Habitus dorsal. (F) Habitus ventral. Balken: A, 0,15 mm; B, 0,40 mm; C-D, 2,00 mm; E-F, 2,00 mm. Au: Augen, Ce: Cephalon, ES: Eischlauch, MW: Mundwerkzeuge, Pl: Pleon, Pn: Pereonit(e), Pp: Peraeopoden, Te: Telson. A-D: Glycerinpräparate, E-F: gelagert in 70 % Ethanol. 90

Fototafel 18: Crustacea III: Rasterelektronenmikroskopie (REM): (A-E) *Hatschekia* sp. (A) Habitus dorsal. (B) Habitus ventral. (C) Detailansicht Abdomen. (D) Detailansicht Eischlauch. (E) Detailansicht Oberfläche. Balken: A-B, 100 µm, C, 10 µm, D, 100 µm, E, 10 µm. Ad: Abdomen, cR: caudale Rami, CT: Cephalothorax, ES: Eischlauch, Se: Setae. 91

Abkürzungsverzeichnis

A	Adultstadium
Abb.	Abbildung
Ad	Abdomen
AH	anteriorer Hamuli
AI	Aggregations Index
An	Anus
AO	Anheftungsorgan
AP	Augenflecken
Ap	Appendix
AS	akzessorische Sklerite
aS	apikale Scheibe
aSN	abdominaler Saugnapf
At	Antenne
Au	Augen
B	Bali (Untersuchungsgebiet)
BBL	Balai Budidaya Laut (Sumatra)
BL	Puffer
Bo	Bothrien
BP	Berger-Parker Index
bp	Basenpaare
bPr	birame Pereiopoden
BR	basaler Ring
BS	Bauchsaugnapf
Bs	Bursa copulatrix
Btd	Bothridien
Bu	Bulben
bzw.	beziehungsweise
C	Cilien
ca.	circa
Ce	Cephalon
cm	Zentimeter
CO_2	Kohlenstoffdioxid
Cp	Carapax
cR	caudale Rami
CS	Cirrussack
CT	Cephalothorax
D	Simpson Index
Da	Darm
DB	Dorsalbalken
dest.	destilliert
DG	Darmgabelung
d.h.	das heißt
Di	Diverticulum
DNA	Desoxyribonucleinsäure
dNTP	Desoxynucleotide
DS	Darmschenkel
DZ	Dreizack
E	Eier, Evenness (Dominanzindex)
E/E (R)	Ekto-/Endoparasiten Verhältnis
EF	Eksomafalte
eHR	erste Hakenreihe
Ek	Eksoma
ES	Eischlauch
eT	eingestülpter Tentakel
et al.	et alii = und andere
evtl.	eventuell
Fa	Falte
FAO	Food and Agriculture Organisation
Fe	Fett/Mesenterien
FG	Frischgewicht
FL	freilebend
g	Gramm; Erdbeschleunigung
ggf.	gegebenenfalls
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
GO	Greiforgane
Go	Gonaden
GP	Genitalporus
Gr	Gruben
GS	Genitalsegment
GUT	Eingeweide
H´	Shannon-Wiener Diversitätsindex
h	hour = Stunde
HB	Puffer
HK	Haken
Hkk	Hakenkette
H_2O	Wasser
Ho	Hoden
HR	Halsretraktor
HS	Halsstück
HSI	Hepatosomatischer Index
Hz	Hakenkranz
I	Intensität, indonesisch
indet.	unbestimmt
inkl.	inklusive
IS_j	Jaccard Index
IS_s	Sörensen Index
ITS	Internal Transcribed Spacer
K	Kämme, Kiemen, Konditionsfaktor
kg	Kilogramm
KK	Kopfkapsel
km	Kilometer
km^2	Quadratkilometer
KO	Kopforgane
KS	Körperstamm
L	Larvenstadium (u.a. L_1-L_4), Leber
LA	Lippenanlage
LBH	Leibeshöhle
LG	Lebergewicht
Li	Lippen
LiE	Larve in Entwicklung
Lk	Lemnisken
ln	Logarithmus naturalis
LS	Ligamentstrang
Lu	Lunulen
Lv	Larven
M	Magen
m	Meter, männlich
m^2	Quadratmeter

mA	mittlere Abundanz
max.	maximal
Mc	Mucron
Mf	Mundöffnung
MG	Magengewicht
$MgCl_2$	Magnesiumchlorid
mI	mittlere Intensität
min	Minute
MK	Marikultur (gehälterte Fische)
ml	Milliliter
mm	Millimeter
MOe	muskulöser Oesophagus
MS	Mundsaugnapf
Mt	Mikrotrichen
MW	Magenwand, Mundwerkzeuge
n	Anzahl
NaCl	Natriumchlorid
NC2	rückwärts gerichteter Primer
ng	Nanogramm
nm	Nanometer
NR	Nervenring
Nr.	Nummer
ns	nicht signifikant
n. sp.	neue Species/Art
n.u.	nicht untersucht
OB	Protease
Oe	Oesophagus
Op	Operculum, Opisthaptor
Ov	Ovar
P	Prävalenz in %, Pylorus
Pb	Proboscis
PbS	Proboscisscheide
PCR	Polymerase Chain Reaction (Polymerase Ketten Reaktion)
Pe	Penis
pG	präsomatische Grube
PHk	Proboscishaken
pi	Relative Häufigkeit in %
Pl	Pleon
pL	präoraler Lappen
Pn	Pereonit(e)
Pp	Peraeopoden
PS	Pulau Seribu/ Tausend Inseln (Untersuchungsgebiet)
Pt	Proglottiden
Px	Pharynx
R	Regenzeit
RAD	Reservoir der akzessorischen Drüsen
RD	Rektaldrüsen
rDNA	ribosomale DNA
RG	Ringgung
Rh	Rhynchus
rH	randständige Haken
RHk	Rumpfhaken
RT	Raumtemperatur
s	Anzahl der Parasiten in der Probe
S	Saugnapf; signifikant
S.	Seiten
SA	Segara Anakan Lagune (Untersuchungsgebiet), Selektivapparat
SB	Samenblase
SD	sacculärer Darm
Se	Setae
Seq	Sequenz
SG	Schlachtgewicht
SK	Sklerit
SL	Standardlänge
sog.	so genannte
sp.	Species = Art
spp.	Species = Arten
SQ	Squamodiscen
s.s.	sensu stricto (im engeren Sinne)
Stderr	Standardfehler
Sx	Scolex
T	Tentakel, Trockenzeit
t	Tonnen
Tab.	Tabelle
TAE	Tris-Acetat-EDTA-Puffer
Te	Telson
TK1	vorwärts gerichteter Primer
TL	Totallänge, Puffer
Ts	Tentakelscheide
u.a.	unter anderem
U/min	Umdrehungen pro Minute
Ut	Uterus
u.v.m.	und vieles mehr
V	Volt, Variante
Va	Vagina
VB	ventraler Balken
Vd	Verdickung
Ve	Ventrikel
Vi	Vitellarien
VM	Vaginalmuskel
vs.	versus
vSN	vorderer Saugnapf
Vv	Vulva
w	weiblich
z.B.	zum Beispiel
ZD	Zementdrüsen
z.T.	zum Teil

Sonderzeichen

µg	Mikrogramm
µl	Mikroliter
ºC	Grad Celsius
≥	größer gleich
≤	kleiner gleich
<	kleiner
>	größer
%	Prozent
♀	weiblich
♂	männlich

Zusammenfassung

Kleinertz S. (2010): Fischparasiten als Bioindikatoren: Zum Umweltstatus von Küstenökosystemen und einer Zackenbarschmarikultur in Indonesien. Dissertation der Naturwissenschaften, Fachbereich 2 (Biologie/Chemie) der Universität Bremen, 263 Seiten.

In der vorliegenden Arbeit wurden insgesamt 325 Zackenbarsche der drei Arten *Epinephelus coioides* (195), *E. areolatus* (60) und *E. fuscoguttatus* (70) innerhalb der Jahre 2008 und 2009 aus indonesischen Küstengewässern, der Segara Anakan Lagune (Zentraljava), Bali und den Tausend Inseln, parasitologisch untersucht. Insgesamt konnten aus allen drei Zackenbarscharten 33 verschiedene Parasitenarten/-taxa isoliert werden. Diese gehörten den Großgruppen der Ciliata (1), Microsporea (1), Digenea (9), Monogenea (2), Cestoda (4), Nematoda (6), Acanthocephala (2), Hirudinea (1) und Crustacea (7) an. Des Weiteren konnten die morphologisch als *Anisakis* sp. vorbestimmten Nematoda durch molekulargenetische Analysen als *Anisakis typica* und *Anisakis* sp. (HC-2005) identifiziert werden. Um zusätzliche regionale Vergleiche ziehen zu können, wurden 58 *Scatophagus argus* aus der Segara Anakan innerhalb und außerhalb der Lagune untersucht. Bei *S. argus* konnten insgesamt 13 Parasitenarten/-gattungen zugehörig zu den Großgruppen Ciliata (1), Microsporea (1), Digenea (2), Monogenea (1), Cestoda (1), Nematoda (1), Acanthocephala (1) und Crustacea (5) dokumentiert werden. Somit wurden insgesamt 41 verschiedene Parasitenarten/-gattungen aus den 383 untersuchten Fischen der verschiedenen Untersuchungsgebiete isoliert. Von diesen Parasiten weisen 16 Arten/Taxa eine ektoparasitische und 25 eine endoparasitische Lebensweise auf. Die taxonomische Bearbeitung dieser 41 nachgewiesenen Fischparasitenarten mit Hilfe verschiedener Methoden erbrachte 20 neue Wirts- (*E. coioides* vier, *E. areolatus* 13, *E. fuscoguttatus* ein und *S. argus* zwei neue Nachweise) und 23 neue Gebietsnachweise überwiegend aus Bali und dem Küstengebiet der Segara Anakan.

Neben der Nutzung der Diversität der Endoparasiten und der totalen Diversität, dem Ekto-/Endoparasiten Verhältnis und den Trichodinenprävalenzberechnungen wurden auch der Hepatosomatische Index, Evenness (Dominanzindex), Simpson Index, Berger-Parker Index, Jaccard Index, Sörensen Index und Aggregations Index als mögliche Bioindikatoren in indonesischen Gewässern herangezogen und getestet. Dabei geben die Parameter Diversität der Endoparasiten, Simpson Index, die Dominanz Indizes Evenness und Berger-Parker, das Ekto-/Endoparasiten Verhältnis und der Hepatosomatischer Index generelle Ökosystemunterschiede an, während die Anwesenheit und der Befall der Parasiten *Scolex pleuronectis* (Tetraphylidae indet.) und *Terranova* sp. das Vorkommen von Knorpelfischen in der Untersuchungsumgebung darstellten. Die Parameter Endoparasitendiversitätsindex nach Shannon-Wiener, Simpson Diversitätsindex und Dominanzindex Evenness dienen u.a. als Anzeiger für das natürliche Vorkommen von Zwischenwirtsorganismen verschiedener Trophiestufen in einem Habitat. Anhand des Hepatosomatischen Index kann der Stresszustand eines Organismus bewertet werden.

Regionale Unterschiede der Parasitengemeinschaften der verschiedenen Fischarten konnten sowohl durch die Standardberechnungen (Prävalenz, Intensität, mittlere Abundanz) als auch durch verschiedene Parameter bestätigt werden. Im Mittelpunkt der Untersuchungen stand ***Epinephelus coioides***, der zum Vergleich innerhalb und außerhalb der Segara Anakan Lagune an der Südküste Zentraljavas und aus den Küstengewässern vor Bali beprobt wurde. Bezüglich der Artendiversität sowohl für die Endoparasiten als auch in der totalen Diversität nach Shannon-Wiener, dem Simpson Index und dem Dominanzindex Evenness unterschieden sich die Gebiete Bali und Segara Anakan (Area 3) am meisten voneinander. ***E. areolatus*** wurde von der Südküste Javas und Balis untersucht. Die untersuchten *E. areolatus* unterschieden sich regional insbesondere bezüglich der Parameter Endoparasitendiversität, Ekto-/Endoparasiten Verhältnis und dem Hepatosomatischen Index innerhalb der beiden Standorte.

Aufgrund von geringen Schwankungen in relativ stabilen Systemen zwischen den Jahren lassen sich annuelle Unterschiede der Parasitengemeinschaften nur über mehrere Jahre indizieren. ***Epinephelus fuscoguttatus*** wurde zusätzlich aus einer Marikulturanlage in den Tausend Inseln (Pulau Seribu) untersucht. Ein Vergleich der Daten und genutzten Parameter mit vorangegangenen Probennahmen (2003/04 bis 2008/09) zeigt eine deutliche Verschlechterung des Ökosystems bzw. Veränderungen im Management der Marikultur an (siehe auch Palm et al. eingereicht). Die Parameter Evenness der Endoparasiten, Ekto-/ Endoparasiten Verhältnis und Endoparasitendiversität sind für die Darstellung der Unterschiede in der Parasitierung über die Jahre besonders geeignet. Für die beiden Parameter Endoparasitendiversität und Evenness konnte durch den Trendtest nach Neumann ein abnehmender Trend bestätigt werden. Dieser Trend spricht für einen höheren Dominanzgrad und abnehmende Parasitendiversität einzelner Endoparasitenarten in diesem Gebiet von 2003/04 bis 2008/09. Daraus konnten zunehmend extreme äußere Einflüsse bzw. Veränderungen im Management der Marikulturanlage, die direkt mit den Zwischenwirtsvorkommen und dem Futtereintrag der Marikultur gekoppelt sind, abgeleitet werden. Fischparasiten sind daher zum „Monitoring“ von Zackenbarschen in einer Marikulturanlage geeignet und können dementsprechend als Bioindikatoren eingesetzt werden.

Mit Hilfe der visuellen Integration sämtlicher Parameter in einem Diagramm (Stargraph) wurden sowohl die unterschiedlichen marinen Standorte als auch jährliche Änderungen in der Parasitierung der gehälterten und der freilebenden Fische dargestellt. Damit lassen sich die genutzten ökologischen Parameter als Bioindikatoren für die generellen Umweltbedingungen bzw. langfristige Veränderungen in den beprobten indonesischen Küstengewässern verwenden und für die Weiterentwicklung eines Bewertungssystems von Umweltbedingungen mit Hilfe von Fischparasiten einsetzen. Eine Darstellung von Unterschieden basierend auf Parasitenabundanzen mittels Cluster-Analyse und MDS Plot lässt keine Rückschlüsse auf die Gründe dieser Differenzen zu. Im Gegensatz dazu visualisiert die Stargraphmethode nicht nur vorhandene Unterschiede, sondern ermöglicht durch die genutzten ökologischen Parameter zusätzlich Aussagen über die jeweiligen Umweltbedingungen.

Abstract

Kleinertz S. (2010): Fish parasites as bioindicators: Environmental status of coastal marine ecosystems and a grouper mariculture farm in Indonesia. Ph.D. Thesis of natural sciences, Department 2 (Biology/Chemistry), University of Bremen, 263 pages.

In the present study a total of 325 groupers belonging to the species *Epinephelus coioides* (195)*, E. areolatus* (60) and *E. fuscoguttatus* (70) from Indonesian coastal marine ecosystems in the Segara Anakan Lagoon (Central Java), Balinese waters and the Thousand Islands were investigated for parasites in 2008 and 2009. A total of 33 different parasite species/taxa belonging to the Ciliata (1), Microsporea (1), Digenea (9), Monogenea (2), Cestoda (4), Nematoda (6), Acanthocephala (2), Hirudinea (1) and Crustacea (7) was found. Furthermore, the morphologically predetermined *Anisakis* sp. were confirmed as *Anisakis typica* and *Anisakis* sp. (HC-2005) using molecular biological methods. *Scatophagus argus* (58) from inside and outside the Segara Anakan Lagoon were studied for additional regional comparisons. In total 13 different parasite species/taxa belonging to the Ciliata (1), Microsporea (1), Digenea (2), Monogenea (1), Cestoda (1), Nematoda (1), Acanthocephala (1) and Crustacea (5) could be listed. Therefore, 41 parasite species/taxa, including 16 ectoparasitic and 25 endoparasitic parasites, could be isolated from all 383 investigated fishes of all sampling sites. These 41 detected fish parasites were taxonomically processed by using different techniques. 20 new host records (*E. coioides* four, *E. areolatus* 13, *E. fuscoguttatus* one and *S. argus* two new records) und 23 new locality records, mainly from Balinese waters and the coastal zone of the Segara Anakan, Central Java, could be revealed.

Besides the endoparasite diversity, total diversity, ecto-/endoparasite ratio, the prevalence of trichodinid ciliates, the Hepatosomatic Index, Evenness, Simpson Index, Berger-Parker Index, Jaccard Index, Sörensen Index and Aggregation Index were calculated and tested as possible bioindicators in Indonesian coastal marine ecosystems. The parameters, endoparasite diversity, Simpson Index, Dominanz Indices (Evenness and Berger-Parker), ecto-/endoparasite ratio and Hepatosomatic Index, indicate ecosystem differences in general, whereas the presence of and the infestation with single parasite species like *Scolex pleuronectis* (Tetraphylidae indet.) and *Terranova* sp. point toward the occurrence of elasmobranchii within the investigated locations. The parameters endoparasite diversity (Shannon-Wiener Index), Simpson Index and Evenness serve as indicators for the natural occurrence of the intermediate hosts from different trophic levels. The Hepatosomatic Index gives information about the stress level of an organism.

Regional differences of the parasite communities from the different fish species could be demonstrated by using standard calculations (prevalence, intensity, mean abundance) as well as different ecological parameters. The target fish species ***Epinephelus coioides*** was studied in the coastal zone of the Segara Anakan Lagoon and the south coast of Bali. The parameters endoparasite diversity as well as the total diversity (Shannon-Wiener), Simpson Index and Evenness differed most

between Bali and Segara Anakan Area 3. ***E. areolatus*** was investigated from the coastal zone of Segara Anakan and the south coast of Bali. Regional differences for *E. areolatus* were found for the endoparasite diversity, the ecto-/endoparasite ratio and the Hepatosomatic Index.

Because of minor variability within parasite communities of free living and mariculture fishes in stable ecosystems between two years, annual differences can only be indicated over a long-term period. A comparison of the new data with previous investigations (Rückert 2006) of ***E. fuscoguttatus*** (2003/04-2008/09) indicates either a broad degradation of the surrounding ecosystem or management changes within the mariculture (Palm et al. submitted). The parameters Evenness of endoparasites, ecto-/endoparasite ratio and endoparasite diversity appear to be especially adequate to reveal differences in the parasite infestation over several years. The parameters endoparasite diversity and Evenness were tested ("Trendtest" after Neumann) and confirmed a decreasing trend. This trend represents a higher dominance level and decreasing parasite diversity of particular endoparasite species in this mariculture farm from 2003/04 to 2008/09. This might be due to increasing extraneous causes and/or changes in the facilities management that are directly linked to the occurrence of intermediate hosts and the feed usage, respectively. Accordingly, fish parasites have been shown to be useful as bioindicators and to monitor culture conditions and environmental status in and around a grouper mariculture farm.

It was possible to illustrate regional differences and long-term changes in parasite communities of the studied epinephelids by using visual integration of a variety of parasitological parameters within a stargraph. The utilised parameters have been demonstrated to be useful to indicate a general ecosystem change and also long-term variations. The application of a stargraph can be further developed into a fish parasite based evaluation system that can monitor regional environmental health. Cluster-Analyses and MDS Plots likewise can illustrate such differences but fall short in concluding, in explaining these differences. In contrast, the stargraph method enables visualisation of existing differences and also allows statements concerning the respective environmental change by using a variety of ecological parameters. This method can be helpful to monitor environmental impact and change of grouper finfish mariculture in Indonesia.

1 Einleitung

Parasiten und deren Wirte stellen einen wesentlichen Bestandteil eines jeden Ökosystems dar und spielen eine wichtige Rolle bei der Gesundheit von marinen Organismen. Derzeit wird angenommen, dass mehr parasitische als nicht parasitische Lebensformen auf der Erde existieren (Windsor 1998). Wenn ein Organismus auf Kosten und zum Schaden eines Anderen lebt, ohne diesen direkt zu töten, wird im Allgemeinen von Parasitismus gesprochen (Zander 1998). Parasiten leben in oder auf ihren Wirten und beziehen ihre Nahrung von diesen. Der Wirt wird durch die Parasitierung direkt (Organ- und Zellschädigung) oder auch indirekt (Nährstoffentzug) geschädigt (Mehlhorn 2001).

Obwohl in allgemeinen ökologischen Studien die Parasiten und deren Einwirkung generell vernachlässigt wurden (Lafferty et al. 2008), existieren von verschiedenen Autoren bereits zahlreiche Parasiten-Wirt- und Wirt-Parasiten-Checklisten, in denen die Biodiversität von Fischparasiten aus unterschiedlichen aquatischen Ökosystemen dargestellt wird. Diese Checklisten reflektieren die Parasitenfauna in verschiedenen Gebieten, so z.B. in deutschen Küstengewässern (Palm et al. 1999), Kanada (Margolis und Arthur 1979), USA (Love und Moser 1983), Bangladesch (Arthur und Ahmed 2002), Philippinen (Arthur und Lumanlan-Mayo 1997), Australien (Beumer et al. 1983) und in der Tiefsee (Klimpel et al. 2001, 2009). Auf diese Weise wird der Vergleich von Artenzusammensetzungen und Befall mit Parasiten ermöglicht. Für die bisher bekannten 14.500 Meeresfischarten wurden ca. 20.000 bis 43.200 Fischparasitenarten nachgewiesen (Klimpel et al. 2001). Die Verbreitung der marinen Fischparasiten unterscheidet sich in den jeweiligen Fischarten signifikant. Dies ist sowohl von biotischen als auch von abiotischen Faktoren abhängig. Physikalische Parameter wie Temperatur, Salzgehalt und Druck beeinflussen die Zusammensetzung und das Vorkommen von Meeresorganismen, die wiederum als Nahrungsquelle für viele marine Fischarten dienen (Bakun 1996). Insbesondere tropische marine Gewässer sind für ihr weites Spektrum an Fischparasiten bekannt (Obiekezie et al. 1992, Palm 1997, Palm et al. 1994), ähnlich wie die hohe Artendiversität in diesen Regionen (Carpenter und Springer 2005).

Indonesien gehört zu den Ländern mit der längsten Küstenlinie (schätzungsweise 81.000 km), wobei ca. 2/3 des Landes maritim sind, und besteht aus über 17.508 Inseln. Fischereiprodukte spielen für die indonesische Bevölkerung als Eiweißlieferant eine große Rolle und die Produkte der Garnelenzucht sind eine der wertvollsten Exportgüter Indonesiens. Somit stellen die Fischereiindustrie und deren Produkte die Hauptnahrungsquelle dar und spielen wirtschaftlich eine übergeordnete Rolle. In den Gewässern Indonesiens sind mehr als 400 verschiedene Parasitenarten dokumentiert (Jakob und Palm 2006). Es handelt sich um ein Land mit einer der höchsten marinen Biodiversität (ca. 3000 marine Fischarten) (Jakob und Palm 2006). Diese außerordentlich hohe Biodiversität der marinen Fauna des indonesischen Archipels ist auf dessen geographische Geschichte und Lage zurückzuführen (Froese et al. 1996, Tomascik et al. 1997). Aufgrund der Wichtigkeit von Fischereiprodukten in Indonesien und der hohen Artenvielfalt wurden in dieser Region bereits fischparasitologische Untersuchungen durchgeführt. Studien im Indopazifik zeigen, dass viele Parasitenarten eine weite

Verbreitung in dieser Region aufweisen, was zu Verwirrung innerhalb der Taxonomie verschiedener Parasitentaxa führte (Kuchta et al. 2009). Palm (2000, 2004) beschrieb die trypanorhynche Cestodenfauna der südindonesischen Küste und demonstrierte signifikante Überschneidungen innerhalb der Artenzusammensetzungen indischer und südindonesischer Gewässer (Kuchta et al. 2009). Jakob und Palm (2006) wiesen eine hohe Biodiversität metazoischer Fischparasiten in sechs untersuchten kommerziell genutzten Fischarten aus Süd Java nach. Hierbei konnten insgesamt 38 verschiedene Parasitenarten dokumentiert werden, worunter sich auch die zoonotische Gattung *Anisakis* befand. Eine andere Studie von Palm et al. (2008) wies die äquatorial verbreitete Art *Anisakis typica* aus verschiedenen Fischarten vor der balinesischen und javanesischen Küste nach. Auch Hadidjaja et al. (1978) untersuchten larvale, zoonotische Nematoda (Anisakidae) in drei verschiedenen Fischarten aus Küstengewässern vor Jakarta. Untersuchungen aus indonesischen Gewässern haben somit gezeigt, dass zoonotische Fischparasiten rund um Java und Bali vorkommen (Hadidjaja et al. 1978, Hutomo et al. 1978, Jakob und Palm 2006, Palm et al. 2008, Petersen et al. 1993). Innerhalb der Tropen lassen sich zudem trypanorhynche Cestoden, welche ebenfalls den Menschen befallen können (Fripp und Mason 1983, Palm 2004), besonders häufig isolieren (Palm 1997, Palm et al. 1994).

Erkrankungen, die von Parasiten ausgelöst und von Tieren auf Menschen übertragen werden, bezeichnet man als Zoonosen. Hierbei besteht ein hohes Übertragungspotential besonders beim Konsum von rohem oder unzureichend gegartem Fisch. Aus diesen Gründen ist die Erforschung von zoonotischen Fischparasiten von besonderer Bedeutung, da diese Fischparasiten Krankheiten beim Menschen verursachen und den Wert des Fisches negativ beeinflussen können (Malouf 1986). Dies trifft unter anderem auf anisakide Nematoda zu, wie z.B. Arten der weltweit verbreiteten Gattung *Anisakis* (z.B. *A. simplex* sensu stricto, *A. typica*) aber auch für *Pseudoterranova decipiens* und *Contracaecum osculatum*. Larvale Fischparasiten stellen einerseits ein kosmetisches Problem im Fischfilet und somit eine Wertminderung dar, andererseits kann es sich wie bei *A. simplex* sensu stricto um einen humanpathogenen Nematoda handeln, der eine schmerzhafte Erkrankung des Gastrointestinaltraktes oder auch allergische Reaktionen beim Fischkonsumenten hervorruft, wenn der Fisch im Rohzustand verzehrt wird (Smith und Wootten 1975). Besonders betroffen sind Regionen wie Südostasien, in denen Fisch traditionell auf diese Weise zubereitet wird (Kaneko 1991, Palm 2004). Das Wissen über das Vorkommen, Verbreitungsmuster und die möglichen Übertragungswege solch potentiell schädlicher Parasiten kann dazu beitragen, das Infektionsrisiko für die Konsumenten besser abschätzen und eindämmen zu können. Diese Nematoda sind zusätzlich für große Verluste in der Fischereiwirtschaft und Industrie verantwortlich (Boily und Marcogliese 1995, McClelland 2002, Palm 1999).

Da sich morphologisch verschiedene Nematoda, wie *Hysterothylacium aduncum* und *A. simplex* sensu stricto, jedoch nur schwer von anderen Nematoda Arten und Unterarten unterscheiden lassen (Hurst 1984), wurden molekulargenetische Techniken als Alternativmethoden zur besseren Parasitenidentifikation herangezogen (Marques et al. 2006, Mattiucci et al. 1997, Shih

2004, Zhu et al. 2000a, b, Zhu et al. 1998). Auf diese Weise ist es heute möglich, Unterarten voneinander abzugrenzen, wie z.B. *A. simplex* sensu stricto von *A. simplex* C und *A. pregreffii*.

Die aquatisch tropischen Ökosysteme unterliegen einem hohen Maße anthropogenen Einflüssen in Form von Verschmutzung (Palm und Rückert 2009). Erwartet wird, dass ca. 2,75 Milliarden Menschen bis 2025 innerhalb eines 60 Meilen (96,9 km) Radius von der Küstenlinie leben werden. Aus diesem Grund werden Fischzuchtanlagen, sogenannte Marikulturen, im marinen Raum in den nächsten Jahren eine immer größere Rolle übernehmen. In tropischen Regionen spielen Marikulturen bereits eine wichtige wirtschaftliche Rolle, da deren Produkte eine Hauptnahrungsquelle und einen Eiweißlieferanten für die lokale und internationale Bevölkerung darstellen (Rückert 2006). Aquakultur hochpreisiger mariner Fischarten entwickelt sich in den letzten Jahren enorm im südostasiatischen Raum. Besonders hochpreisige Fischarten, wie die Zackenbarsche, erzielen einen sehr viel höheren wirtschaftlichen Profit als die Fischzucht niedrigpreisiger Fischarten, wie z.B. Milchfisch (*Chanos chanos*) (Rimmer et al. 2004). Global zählen vor allem Taiwan und Indonesien zu den Hauptzentren der Zackenbarschzucht, gefolgt von Thailand und Malaysia. Im Jahr 1999 wurden allein in Indonesien 1.759 t Zackenbarsche in Aquakulturen produziert, was in 2002 bis auf 3.818 t anstieg (Rimmer et al. 2004). Je erfolgreicher die Massenproduktion von Fischprodukten ist, desto mehr Krankheiten werden durch Bakterien, Viren und Parasiten verursacht. Dies resultiert in wirtschaftlichen Verlusten durch Massensterben der Fische (Rückert 2006). Parasiten mit einem direkten Lebenszyklus (z.B. Monogenea und Crustacea) können sich besonders schnell durch die erhöhte Wirtsdichte in der Aquakultur verbreiten (Caro et al. 1997, Jakob und Palm 2006). Rückert et al. (2009b) nutzten drei verschiedene Methoden, um mögliche Übertragungswege von marinen Fischparasiten in Marikulturanlagen Indonesiens aufzuklären. Die Nutzung von Pellets im Fütterungsexperiment ermöglichte eine Reduktion der Übertragung von Endohelminthen, während jedoch die Eindämmung von bereits etablierten Ektoparasiten unmöglich schien. Die Weiterentwicklung solcher Methoden zur Parasitenkontrolle ist unerlässlich und stellt die Nutzung ausgewählter Parameter zur Überwachung und Einschätzung (Bioindikation) der Befallssituation in den Vordergrund.

Im Allgemeinen ist ein Bioindikator definiert als „eine Art oder eine Gruppe von Arten, anhand derer der abiotische oder biotische Umweltstatus reflektiert wird, der Einfluss von Umweltveränderungen eines Habitats, einer Gemeinschaft oder eines Ökosystems repräsentiert oder der auf die Diversität eines bestimmten Gebietes schließen lässt“ (McGeoch 1998). Parasiten lassen sich als biologische Indikatoren nutzen, z.B. in der Fischereibiologie zur Trennung von Fischbeständen oder zur Trennung von Unterarten einer Fischart (MacKenzie 1983, MacKenzie und Abaunza 1998), zur Klärung von Migrationsverhalten (Arthur und Albert 1993) und der jeweiligen Stellung im Nahrungsnetz (Lile 1998, Klimpel et al. 2003a, b, Klimpel und Rückert 2005), aber auch für Umweltveränderungen (Vidal-Martínez et al. 2009). Sie wurden zur Indikation, z.B. für bakterielle Biomasse (Palm und Dobberstein 1999, Rückert et al. 2009a), Schwermetalle (Sures 2001, 2003,

2008, Sures und Siddall 2003), anthropogene und Umweltverschmutzung (Dzikowski et al. 2003, Sures 2004) oder Umweltstress, herangezogen (Landsberg et al. 1998) (siehe auch Lafferty 1997, Marcogliese und Cone 1997, Overstreet 1997, Williams und MacKenzie 2003, Marcogliese 2005, Palm 2010). Sasal et al. (2007) nutzte Fischparasiten, um anthropogene Einflüsse städtischer und industrieller Natur nachzuweisen. Untersuchungen von Diamant et al. (1999) und Dzikowski et al. (2003) belegen, dass Endoparasiten mit komplexen, heteroxenen Lebenszyklen stabile und unverschmutzte Gewässer bevorzugen, da nur in diesen die volle Bandbreite an potentiellen Zwischenwirten vorkommen. Im Gegensatz dazu bevorzugen Parasiten mit monoxenen Lebenszyklen, wie z.B. *Trichodina* spp. aber auch parasitische Copepoda, eher verschmutzte Gewässer, da diese nicht von vorkommenden Zwischenwirten abhängig sind (Dzikowski et al. 2003, Palm et al. 1999). Somit nimmt in verschmutzten Gewässern die Anzahl heteroxener Parasitenarten ab, während die der monoxenen Parasitenarten zunimmt (Dzikowski et al. 2003). Diese Aussagen konnten von Rückert et al. (2009a) anhand des Parasitenbefalls der Fischart *Scatophagus argus* in zwei verschiedenen Gebieten der Segara Anakan Lagune, Java, Indonesien, bereits bestätigt werden. Des Weiteren wurde in dieser Arbeit belegt, dass sowohl das Verhältnis der Anzahl von Ekto- zu Endoparasitenarten als auch der Diversitätsindex der Endoparasiten zur Beschreibung der Umweltbedingungen innerhalb der Segara Anakan herangezogen werden kann. Fische akkumulieren unter natürlichen Umweltbedingungen die maximale Anzahl an Parasiten (überwiegend Endoparasiten), was sich sowohl im Diversitätsindex der Endoparasiten als auch im Verhältnis der Ekto- zu Endoparasitenarten niederschlägt (Hechinger et al. 2007, Hudson et al. 2006, Rückert et al. 2009a). Palm und Rückert (2009) zeigten, dass durch die „Visuelle Integration“ von drei fischparasitologischen Parametern Rückschlüsse auf den Umweltstatus der Untersuchungsgebiete hinsichtlich „natürlicher bzw. stabiler“ oder „unnatürlicher“ Bedingungen gezogen werden können.

1.1 Zielsetzung

Die vorliegende Arbeit basiert auf den vorangegangenen Untersuchungen von Rückert (2006), Rückert et al. (2009a, b, c), Palm und Rückert (2009), Yuniar (2005) und Yuniar et al. (2007), die in ihren Untersuchungen erste, umfassende Einblicke in die Fischparasitenfauna verschiedener indonesischer Küstenökosysteme liefern. Während in der Arbeit von Rückert et al. (2009b) die Parasitierung einer gehälterten Marikulturfischart im Vordergrund steht, beschäftigen sich die anderen Untersuchungen vermehrt mit dem Parasitenbefall freilebender Fische oder dem Vergleich freilebender und gehälterter Fische (Rückert et al. 2009a, c, Yuniar et al. 2007). Palm und Rückert (2009) stellen eine neue Methode zur Nutzung von Fischparasiten als Bioindikatoren vor, die zur Visualisierung natürlicher und unnatürlicher Umweltbedingungen in aquatischen Systemen anhand komplexer, ökologischer Parameter eingesetzt werden soll. Basierend auf diesen Kenntnissen wurde die vorliegende Arbeit durchgeführt, wobei die vorangegangenen Datensätze zum Vergleich, um neue Probennahmen erweitert wurden. Nach einer klassischen Datenaufbereitung und Auswertung folgt die visuelle

Integration der berechneten Parameter verändert nach Palm und Rückert (2009) und wird um weitere Parameter wie den Hepatosomatischem Index, Dominanzindex (Evenness), Simpson Index, Berger-Parker Index, Jaccard Index, Sörensen Index und Aggregations Index ergänzt und auf ihre Tauglichkeit zur Bioindikation getestet. So können die Indikatoren Endoparasitendiversitätsindex nach Shannon-Wiener, Simpson Diversitätsindex und in Kombination Dominanzindex Evenness als Anzeiger für das natürliche Vorkommen von Zwischenwirtsorganismen verschiedener Trophiestufen in einem Habitat genutzt werden. Die angeführten Parameter indizieren generelle Ökosystem-unterschiede, während z.B. das Vorkommen von *Scolex pleuronectis* (Tetraphylidae indet.) und *Terranova* sp. das Vorhandensein von Knorpelfischen in der Untersuchungsumgebung anzeigen.

Mit Hilfe der visuellen Integration sämtlicher Parameter in einem Diagramm (Stargraph) werden sowohl die Änderungen in der Parasitengemeinschaft der unterschiedlichen marinen Standorte als auch jährliche Änderungen in der Marikulturanlage und der freilebenden Fische dargestellt. Durch die Berechnung dieser verschiedenen ökologischen Parameter soll ein möglichst breites Spektrum verschiedener Aspekte der gesamten Parasitengemeinschaften abgedeckt werden. Die Stargraph-methode ermöglicht in diesem Zusammenhang eine direkte, visuelle Darstellung dieser komplexen, ökologischen Aspekte. In dieser Arbeit werden die Daten auf verschiedene Weise interpretiert, zum einen anhand der parasitologischen Standardberechnungen, wie Prävalenz, Intensität, mittlere Intensität, mittlere Abundanz, zum anderen mit Hilfe der oben genannten Indizes. Zur Visualisierung der Unterschiede in der Parasitenfauna der verschiedenen Probennahmen wurden Cluster-Analysen und MDS Plots sowie die nach Palm und Rückert (2009) modifizierte „Stargraphmethode“ gewählt und getestet.

Damit lassen sich die genutzten, parasitologischen Parameter als Bioindikatoren für die generellen Umweltbedingungen bzw. langfristige Veränderungen in den beprobten indonesischen Küstengewässern verwenden und stellen ein zukünftiges Hilfsmittel zur Beurteilung des Umweltstatus in Aquakulturen dar.

1.2 Arbeitshypothesen

Der vorliegenden Arbeit liegen folgende Arbeitshypothesen zugrunde:

1) Die Fischparasitenfauna unterscheidet sich an den verschiedenen Untersuchungsstandorten Segara Anakan Lagune, Küstenbereich der Segara Anakan Lagune und Bali (Regionalität).

2) Aufgrund einer fehlenden Saisonalität nach Rückert et al. (2009c) gibt es auch keinen nennenswerten Unterschied in der Parasitierung zwischen zwei Untersuchungsjahren (Annualität).

3) Fischparasiten lassen sich als Bioindikatoren in indonesischen Küstenökosystemen nutzen.

4) Mit Hilfe von Fischparasiten lässt sich die Entwicklung und der Einfluss einer Fischmarikulturanlage auf die Umwelt überwachen.

5) Die Untersuchungsergebnisse lassen sich für die Weiterentwicklung eines Bewertungssystems von Umweltbedingungen mit Hilfe von Fischparasiten einsetzen.

6) Einige Parasitenarten lassen sich mit Hilfe molekulargenetischer Methoden bestimmen.

Diese Arbeit liefert einen wichtigen Beitrag für die Bewertung und Risikoabschätzung in Küstenökosystemen sowie in der indonesischen Fischzucht am Beispiel einer Marikultur von Zackenbarschen.

2 Charakterisierung der Fischarten

Die Überklasse der Osteichthyes (Knochenfische) umfasst 42 Ordnungen, etwa 418 Familien und ca. 20.857 Arten. Es werden vier Klassen unterschieden, darunter die Actinopterygii (Strahlenflosser), von deren Klasse hier vier verschiedene Fischarten untersucht wurden. Die Ordnung der Perciformes (Barschfische) umfasst ca. 7.800 Arten. Es handelt sich hierbei um eine der umfangreichsten Ordnungen der Wirbeltiere mit 22 Unterordnungen, etwa 150 Familien und 1.367 Gattungen. Die Familie der Serranidae mit der Unterfamilie der Epinephelinae (Zackenbarsche) umfasst 15 Gattungen: *Aethaloperca*, *Alphestes*, *Anyperodon*, *Cephalopholis*, *Cromileptes*, *Dermatolepis*, *Epinephelus* (umfasst ca. 100 Arten), *Gonioplectrus*, *Gracilia*, *Mycteroperca*, *Paranthias*, *Plectropomus*, *Saloptia*, *Triso* und *Variola* (u.a. Heemstra und Randall 1993).

2.1 Zackenbarsche (Serranidae)

Die in dieser Arbeit analysierten Fischarten *Epinephelus coioides* und *E. fuscoguttatus* zählen zu den am häufigsten kultivierten Fischarten Indonesiens. Als weitere Zackenbarschart wurde *E. areolatus* parasitologisch erfasst. Während *E. coioides* und *E. areolatus* in der vorliegenden Arbeit aus allen Untersuchungsgebieten freilebend untersucht wurden, stammten die *E. fuscoguttatus* aus einer Marikulturanlage. An dieser Stelle werden die Zackenbarscharten alphabetisch aufgeführt. Im weiteren Verlauf werden die Zackenbarscharten nach Untersuchungsschwerpunkt behandelt: *Epinephelus coioides, E. areolatus, E. fuscoguttatus* (Fototafel 1).

Überklasse: Osteichthyes
Klasse: Actinopterygii
Überordnung: Teleostei
Ordnung: Perciformes
Familie: Serranidae
Unterfamilie: Epinephelinae

2.1.1 *Epinephelus areolatus* (Forsskål, 1775) ($E_{nglisch}$ = areolate grouper, $I_{ndonesisch}$ = kerapu totol)
Verbreitung: Diese Art ist im Indopazifik verbreitet, vom Roten Meer und dem Persischen Golf bis Natal und dem westlichen Indischen Ozean. Im Süden reicht ihr Verbreitungsgebiet über Südafrika bis nach Indien, Sri Lanka, Andaman Inseln, Thailand, Malaysia, Vietnam, Indonesien, Philippinen, Hong Kong, China, Taiwan, Japan, Nordaustralien (und angrenzende Inseln), Papua Neuguinea, Neukaledonien und den östlichen Fidschi Inseln. Diese Art scheint in Mikronesien, Polynesien und den westlichen Inseln des Indischen Ozeans nicht beheimatet zu sein.
Koordinaten: 35°N-33°S, 29°O-180°O

Morphologie: Der Körper ist robust und leicht gestaucht. Die Dorsalflosse weist elf harte Stacheln und 15 bis 17 weiche Flossenstrahlen auf, wobei der dritte oder vierte Stachel am längsten ist. Die Analflosse besteht aus drei Stacheln und acht Strahlen. Die Brustflosse besteht aus 17 bis 19 Strahlen und ist länger als die Bauchflosse. Die Schwanzflosse ist bei den Juvenilen leicht konvex, die der adulten Fische „gestutzt" geformt und endstehend leicht weiß gerändert. Der Kiefer ist oberständig. Die maximale Totallänge liegt bei ca. 40 cm, die maximale Standardlänge bei ca. 31 cm. Das maximal veröffentlichte Gewicht liegt bei 1,4 kg. Kopf, Körper und Flossen sind bräunlich, dicht besetzt mit einer Vielzahl dunkelbrauner, bräunlich-gelber oder grünlich-gelber Punkte, welche am Kopf im Durchschnitt kleiner sind als auf den Operculi und pupillengroß werden können. Die Brustflosse weist kleine dunkle Punkte an den Flossenstrahlen auf.

Habitat: Diese Fischart ist riffgebunden. Sie lebt überwiegend in Seegrasbetten oder auf feinem Sediment in der Nähe von steinigen Riffen bzw. Korallen in 6-200 m Tiefe, ist aber auch in seichten Kontinentalschelfen anzutreffen. Die Juvenilstadien kommen in Tiefen bis zu 80 m vor.

Klima: Tropisch

Tabelle 1: Zusammenstellung der weltweit nachgewiesenen Parasitenarten/-gattungen bei *Epinephelus areolatus*.

Parasitenart	Lokalisation	Literatur
Digenea		
Cainocraedium epinepheli	Arabischer Golf	Saoud et al. 1986
Hirudinella ventricosa	Südlicher Ozean	Parukhin 1976
Lepidapedoides levenseni	Südlicher Ozean	Parukhin 1976
Monascus filiformis	Südlicher Ozean	Parukhin 1976
Prosogonotrema bilabiatum	Südlicher Ozean; Kuwait, Arabischer Golf	Parukhin 1976, Sey et al. 2003
Prosorhynchus chorinemi	Südlicher Ozean	Parukhin 1976
Prosorhynchus epinepheli	Indien	Hafeezullah & Siddiqi 1970
Prosorhynchus ozakii	Rotes Meer; Golf von Aden	Parukhin 1970
Stephanostonum dentalum	Südlicher Ozean	Parukhin 1976
Monogenea		
Diplectanum grouperi	Sumatra, Medan	Bu et al. 1999
Pseudorhabdosynochus coioidesis	Sumatra, Medan	Bu et al. 1999
Pseudorhabdosynochus lantauensis	Sumatra, Medan	Bu et al. 1999
Cestoda		
Callitetrarhynchus speciosus	Arabischer Golf	Palm 2004
Floriceps sp.	Arabischer Golf, Dubai, Sharjah	Palm 2004
Pterobothriidae heteracanthum	Arabischer Golf	Palm 2004
Pterobothrium sp.	Arabischer Golf, Dubai, Sharjah	Palm 2004
Nematoda		
Philometra cf. *ocularis*	Neukaledonien	Moravec & Justine 2008
Philometra sp.	Bali	Palm et al. 2008
Anisakidae gen. et sp. indet.	Bali	Palm et al. 2008
Crustacea		
Ergasilus sp.	Thailand	Purivirojkul & Areechon 2008

Nahrung: Das Nahrungsspektrum umfasst hauptsächlich Teleostei und benthische Invertebraten wie Euphausiacea und Decapoda (Crustacea).

Reproduktionszeit: Verdoppelung der Population dauert zwischen 1,4 und 4,4 Jahren.

Wirtschaftliche Bedeutung: Fischerei: kommerziell; Aquakultur: kommerziell.

Parasiten: Eine Übersicht der nachgewiesenen Parasiten von *E. areolatus* ist Tabelle 1 zu entnehmen.

Literatur: Froese und Pauli 2010, Heemstra und Randall 1993

2.1.2 *Epinephelus coioides* (Hamilton, 1822) (E = orange-spotted grouper, I = kerapu lumpur)

Verbreitung: Diese Art ist im Indo Westpazifik verbreitet, vom südlichen Roten Meer bis Durban im Süden Südafrikas und östlich bis Palau und den Fidschi Inseln, von den Ryukyu Inseln im Norden bis hin zum Arafura Meer und im Süden Australiens.

Tabelle 2: Zusammenstellung der weltweit nachgewiesenen Parasitenarten/-gattungen bei *Epinephelus coioides*.

Parasitenart	Lokalisation	Literatur
Ciliata		
Brooklynella sp.	Java: Serang	Susanti et al. 1996
Riboscyphidia sp.	Philippinen	Cruz-Lacierda et al. 1999a
Trichodina sp.	Java: Serang, Banten Bay, Serang, Bojonegara, Pelabuhan Ratu	Diani 1995a, Diani et al. 1996, Slade 2001, Susanti et al. 1996
Trichodina spp.	Lampung: Ringgung	Rückert 2006, Rückert et al. 2009b, Yuniar 2005
Vorticella sp.	Philippinen	Cruz-Lacierda et al. 1999a
Microsporidia		
Microsporea gen. et sp. indet.	Lampung: Ringgung	Rückert 2006, Rückert et al. 2009b
Myxozoa		
Myxozoa gen. et sp. indet.	Lampung: Ringgung	Rückert 2006, Rückert et al. 2009b
Digenea		
Adelomyllos teenae	Australien	Nolan & Cribb 2004
Allopodocotyle epinepheli	Lampung: Ringgung	Rückert 2006
Didymodiclinus sp.	Java: Segara Anakan	Yuniar 2005
Lecithochirium magnaporum	Lampung	Rückert 2006
Prosorhynchus australis	Lampung	Rückert 2006, Rückert et al. 2009b
Prosorhynchus luzonicus	Lampung: Ringgung	Rückert 2006, Rückert et al. 2009b
Prosorhynchus indet.	Lampung: Ringgung	Rückert 2006, Rückert et al. 2009b
Bucephalidae gen. et sp. indet.	Java: Segara Anakan	Palm & Rückert 2009
Didymoziodae gen. et sp. indet.	Philippinen; Ringgung	Cruz-Lacierda et al. 1999a, Rückert 2006,
Sanguinicolidae gen et sp. indet.	Lampung	Rückert 2006
Monogenea		
Benedenia epinepheli	Lampung: Ringgung	Rückert 2006, Rückert et al. 2009b
Benedenis sp.	Bali: Gondol Research Station	Koesharyani et al. 1998, Yuasa et al. 1998, Zafran et al. 1998
Dactylogyrus sp.	Philippinen	Cruz-Lacierda et al. 1999a
Diplectanum grouperi	Indonesien: Sumatra: Medan; China; Thailand	Bu et al. 1999, Leong 2001, Lerssutthichawal & Chinabut 2004
Diplectanum sp.	Java: Serang, Banten Bay, Serang, Bojonegara,	Diani 1995a, Diani et al. 1996
Megalocotyloides convolute	Thailand	Leong 2001
Megalocotyloides epinepheli	Thailand	Leong 2001
Neobenedenia melleni	Lampung: Ringgung	Rückert 2006, Rückert et al. 2009b
Neobenedenia sp.	Bali: Gondol Research Station; Thailand	Koesharyani et al. 1998, Leong 2001, Yuasa et al. 1998
Pseudorhabdosynochus coioidesis	Sumatra: Medan; Thailand	Bu et al. 1999, Leong 2001
Pseudorhabdosynochus epinepheli	Thailand; Lampung: Ringgung, freilebend	Leong 2001, Rückert 2006
Pseudorhabdosynochus lantauensis	Sumatra: Medan, Lampung, freilebend	Bu et al. 1999, Rückert 2006
Pseudorhabdosynochus serrani	China	Yang et al. 2005
Pseudorhabdosynochus shenzhensis	China	Yang et al. 2005
Pseudorhabdosynochus sp.	Bali: Gondol Research Station	Koesharyani et al. 1998, Palm & Rückert 2009
Pseudorhabdosynochus spp.	Thailand; Indonesien: Lampung: Ringgung	Lerssutthichawal & Chinabut 2004, Rückert 2006, Rückert et al. 2009b
Capsalidae gen. et sp. indet.	Bali: Gondol Research Station; Lampung; Ringgung	Koesharyani et al. 2001, Rückert 2006, Rückert et al. 2009b
Dactylogyridae gen. et sp. indet.	Philippinen	Erazo-Pagador 1999
Diplectanidae gen. et sp. indet.	Philippinen, Thailand	Erazo-Pagador 1999, Lerssutthichawal & Chinabut 2004
Cestoda		
Bothriocephalus sp.	Java: Segara Anakan	Yuniar 2005
Nybelinia indica	Indonesien: Lampung	Palm 2004, Rückert 2006
Parotobothrium balli	Indonesien: Lampung, Sumatra	Palm 2004, Rückert 2006, Rückert et al. 2009b
Poecilancistrium caryophyllum	Australien	Palm 2004
Pseudotobothrium dipsacum	Australien	Palm 2004
Scolex pleuronectis	Lampung: Ringgung	Rückert 2006, Rückert et al. 2009b
Nematoda		
Anisakis sp.	Australien	Doupé et al. 2003
Camallanus carangis	Lampung; Ringgung	Rückert 2006
Echinocephalus sp.	Indonesien: Ringgung, freilebend	Rückert 2006
Hysterothylacium sp.	Indonesien: Lampung: Ringgung	Rückert 2006, Rückert et al. 2009b
Paracuaria adunca	Indonesien: Lampung: Ringgung	Rückert 2006
Philometra ocularis	Neukaledonien; Lampung: Ringgung	Moravec & Justine 2005, Rückert 2006
Philometra sp. I	Indonesien: Lampung: Ringgung	Rückert 2006
Philometra sp. II	Java: Segara Anakan	Palm & Rückert 2009
Philometra sp. III	Java: Segara Anakan	Palm & Rückert 2009
Philometroides sp.	Indonesien: Lampung: Ringgung	Rückert 2006
Raphidascaris sp. I	Indonesien: Lampung: Ringgung	Rückert 2006, Rückert et al. 2009b
Raphidascaris sp. II	Indonesien: Lampung	Rückert 2006
Terranova sp.	Indonesien: Lampung: Ringgung	Rückert 2006, Rückert et al. 2009b
Nematoda gen. et sp. indet.	Philippinen; Indonesien: Lampung	Cruz-Lacierda et al. 1999a, Rückert 2006
Acanthocephala		
Gorgorhynchus sp.	Indonesien: Lampung	Rückert 2006
Serrasentis sagittifer	Indonesien: Lampung	Rückert 2006, Rückert et al. 2009b
Hirudinea		
Zeylanicobdella arugamensis	Philippinen; Java: Segara Anakan	Cruz-Lacierda et al. 2000, Palm & Rückert 2009
Hirudinea gen. et sp. indet.	Philippinen; Bali: Gondol Research Station	Cruz-Lacierda et al. 1999b, Koesharyani et al. 2001
Crustacea		
Alcirona sp.	Indonesien: Ringgung	Rückert 2006
Argathona rhinoceros	Indonesien: Ringgung	Rückert 2006
Caligus epidemicus	Philippinen	Ho et al. 2004
Caligus cf. e*pinepheli*	Java: Segara Anakan	Yuniar 2005, Yuniar et al. 2007
Lepeophtheirus sp.	Bali: Gondol Research Station	Koesharyani et al. 1998, Yuasa et al. 1998, Zafran et al. 1998
Sagum epinepheli	Indonesien: Ringgung	Rückert 2006
Corallanidae gen. et sp. indet.	Java: Segara Anakan	Palm & Rückert 2009
Gnathiidae gen. et sp. indet.	Indonesien: Ringgung	Rückert 2006, Rückert et al. 2009b
Isopoda gen. et sp. indet.	Bali: Gondol Research Station	Koesharyani et al. 2001
Pennelidae gen. et sp. indet.	Indonesien: Ringgung, Java: Segara Anakan	Rückert 2006; Rückert et al. 2009b, Yuniar 2005, Yuniar et al. 2007

Koordinaten: 37°N-34°S, 28°O-180°W

Morphologie: Der Körper ist spindelförmig, die Dorsalflosse weist elf harte Stacheln und 14 bis 16 weiche Flossenstrahlen auf, wobei der dritte oder vierte Stachel am längsten ist. Die Analflosse besteht aus drei Stacheln und acht Strahlen, hier ist der dritte Stachel normalerweise länger als der zweite. Die Brustflosse besteht aus 18 bis 20 Strahlen. Die Schwanzflosse ist abgerundet, der Kiefer überständig. Die Maximallänge dieser Art liegt zwischen 95 und 120 cm. Kopf und Körper sind bräunlich im dorsalen Bereich und weiß im ventralen. Eine Vielzahl orange-brauner oder rötlicher Punkte treten an Kopf, Körper und den medianen Flossen auf. Zusätzlich sind fünf schwache, ungleiche Streifen erkennbar, die sich zum ventralen Ende hin gabelförmig teilen.

Habitat: Diese Fischart tritt riffgebunden auf. Sie lebt an Kontinentalküsten großer Inseln, überwiegend küstennah, aber auch küstenfern in Tiefen bis zu 100 m über schlammigen als auch steinigen Untergründen. Juvenile Stadien sind im Allgemeinen im Flachwasserbereich, über Sand, Kies, Schlamm und in Mangrovennähe anzutreffen.

Klima: Subtropisch bis tropisch

Nahrung: Das Nahrungsspektrum dieser Fischart umfasst hauptsächlich benthische und pelagische Organismen wie Teleostei und Crustacea und ist demnach omnivor.

Geschlechtsreife: Bei dieser Art handelt es sich um protogyne Zwitter, bei denen die Weibchen mit einer Länge von 25 bis 30 cm (d.h. mit ca. zwei bis drei Jahren) geschlechtsreif werden. Die Umwandlung des Geschlechts erfolgt bei einer Länge von 55-75 cm.

Wirtschaftliche Bedeutung: Fischerei: kommerziell; Aquakultur: kommerziell.

Parasiten: Eine Übersicht der nachgewiesenen Parasiten von *E. coioides* ist Tabelle 2 zu entnehmen.

Literatur: Froese und Pauli 2010, Heemstra und Randall 1993, Rimmer et al. 2004

2.1.3 *Epinephelus fuscoguttatus* (Forsskål, 1775) (E = brown-marbled grouper, tiger grouper, I = kerapu macan)

Verbreitung: Diese Art ist in der Indopazifischen Region verbreitet, aber auch im Roten Meer, der Ostküste entlang von Afrika bis Mosambik. Im Osten bis nach Samoa und den Phönix Inseln. Im Norden bis nach Japan und im Süden bis Australien. In manchen Teilen der Meere ist diese Art bisher nicht nachgewiesen worden, so z.B. im Persischen Golf, Hawaii und Französisch Polynesien.

Koordinaten: 35°N-35°S

Morphologie: Der Körper ist robust, die Dorsalflosse weist elf harte Stacheln und 14 bis 15 weiche Flossenstrahlen auf, wobei der dritte oder vierte Stachel am längsten ist. Die Analflosse besteht aus drei Stacheln und acht Strahlen. Die Brustflosse besteht aus 18 bis 20 Strahlen und reicht nicht bis zum Anus. Die Schwanzflosse ist abgerundet, der Kiefer überständig. Die Maximallänge dieser Art beträgt zwischen 95 bis 120 cm und sie kann bis zu 11 kg schwer werden. Der Körper ist blass gelb-bräunlich gefärbt mit einer Folge von fünf dunkelbraunen, unregelmäßig vertikal verlaufenden Flecken. Eine Vielzahl engstehender brauner Punkte säumen sowohl Kopf als auch Körper.

Habitat: Diese Fischart ist in Flachwasserbereichen von Korallenriffen und über felsigen Untergründen bis zu einer Tiefe von 60 m beheimatet. Juvenile Stadien sind im Allgemeinen in Seegraswiesen anzutreffen.

Klima: Tropisch

Tabelle 3: Zusammenstellung der weltweit nachgewiesenen Parasitenarten/-gattungen bei *Epinephelus fuscoguttatus*.

Parasitenart	Lokalisation	Literatur
Ciliata		
Cryptocaryon irritans	Sumatra: Lampung	Kurniastuty & Hermawan 1998, Yuasa et al. 1998
Cryptocaryon sp.	Java: Jepara	Wijayati & Djunaidah 2001
Trichodina sp.	Sumatra: Lampung	Kurniastuty & Hermawan 1998, Wijayati & Djunaidah 2001
Trichodina spp.	Indonesien: Lampung; Ringgung; Pulau Seribu; Cobra, Tanjung Putus	Rückert 2006
Microsporidia		
Microsporea gen. et sp. indet.	Indonesien: Lampung: Ringgung, Tanjung Putus;	Rückert 2006
Myxozoa		
Myxozoa gen. et sp. indet.	Indonesien: Lampung: Ringgung, Pulau Seribu, Cobra, Tanjung Putus	Palm & Rückert 2009, Rückert 2006
Digenea		
Allopodocotyle epinepheli	Indonesien: Ringgung, Tanjung Putus, Pulau Seribu	Palm & Rückert 2009, Rückert 2006
Lecithochirium magnaporum	Indonesien: Lampung: Ringgung, Pulau Seribu	Palm & Rückert 2009, Rückert 2006
Lecithochirium neopacificum	Indonesien: Lampung: Ringgung	Rückert 2006
Prosorhynchus australis	Indonesien: Lampung: Cobra, Pulau Seribu	Palm & Rückert 2009, Rückert 2006
Prosorhynchus cf. *crucibulum*	Indonesien: Ringgung, Pulau Seribu	Palm & Rückert 2009, Rückert 2006
Prosorhynchus luzonicus	Indonesien: Lampung: Cobra	Rückert 2006
Prosorhynchus indet.	Indonesien: Lampung: Ringgung; Cobra; Pulau Seribu	Rückert 2006
Didymozoidae gen. et sp. indet.	Indonesien: Ringgung	Rückert 2006
Enenteridae gen. et sp. indet.	Indonesien: Pulau Seribu	Palm & Rückert 2009, Rückert 2006
Sanguinicolidae gen. et sp. indet.	Indonesien: Pulau Seribu	noch nicht veröffentlicht
Monogenea		
Benedenia epinepheli	Indonesien: Lampung: Ringgung, Tanjung Putus, Pulau Seribu	Palm & Rückert 2009, Rückert 2006
Benedenia sp.	Indonesien: Bali: Gondol Research Station	Koesharyani et al. 1998, Yuasa et al. 1998
Diplectanum sp.	Indonesien: Sumatra, Lampung	Wijayati & Djunaidah 2001
Neobenedenia melleni	Lampung; Ringgung	Rückert 2006
Neobenedenia sp.	Indonesien: Bali: Gondol Research Station	Koesharyani et al. 1998, Yuasa et al. 1998
Pseudorhabdosynochus epinepheli	Indonesien: Lampung: Ringgung; freilebend	Palm & Rückert 2009, Rückert 2006
Pseudorhabdosynochus lantauensis	Indonesien: Lampung: Ringgung, Cobra, Tanjung Putus, Pulau Seribu	Palm & Rückert 2009, Rückert 2006
Capsalidae gen et sp. indet.	Indonesien: Lampung: Ringgung, Cobra, Tanjung Putus, Pulau Seribu	Palm & Rückert 2009, Rückert 2006
Cestoda		
Nybelinia indica	Indonesien: Lampung, freilebend	Rückert 2006
Parotobothrium balli	Indonesien: Sumatra: Lampung, Ringgung, Cobra, Tanjung Putus, Pulau Seribu	Palm 2004, Palm & Rückert 2009, Rückert 2006
Scolex pleuronectis	Indonesien: Lampung: Ringgung, Cobra, Tanjung Putus, Pulau Seribu	Palm & Rückert 2009, Rückert 2006
Pseudophyllidea gen. et sp. indet.	Indonesien: Ringgung	Rückert 2006
Trypanorhyncha gen. et sp. indet.	Indonesien: Pulau Seribu	Rückert 2006
Nematoda		
Camallanus carangis	Indonesien: Lampung: Ringgung, Tanjung Putus, Pulau Seribu	Palm & Rückert 2009, Rückert 2006
Echinocephalus sp.	Indonesien: Ringgung	
Hysterothylacium sp. I	Indonesien: Lampung: Ringgung, Cobra, Pulau Seribu	Palm & Rückert 2009, Rückert 2006
Philometra ocularis	Indonesien: Ringgung	Rückert 2006
Philometra sp.	Indonesien: Ringgung	Rückert 2006
Raphidascaris sp. I	Indonesien: Lampung: Ringgung, Cobra, Tanjung Putus, Pulau Seribu	Palm & Rückert 2009, Rückert 2006
Raphidascaris sp. II	Indonesien: Ringgung, Pulau Seribu	Palm & Rückert 2009, Rückert 2006
Terranova sp.	Indonesien: Lampung: Ringgung, Cobra, Pulau Seribu	Palm & Rückert 2009, Rückert 2006
Anisakidae gen. et sp. indet.	Indonesien: Java: Pulau Seribu, Pari Island	Burhanuddin & Djamali 1983
Nematoda gen et sp. indet.	Indonesien: Sumatra: Lampung	Kurniastuty et al. 2000
Acanthocephala		
Neoechinorhynchus sp.	Indonesien: Lampung	Rückert 2006
Serrasentis sagittifer	Indonesien: Lampung	Rückert 2006
Hirudinea		
Piscicola sp.	Indonesien: Java: Serang, Bojonegara	Diani et al. 1999
Hirudinea gen et sp. indet.	Indonesien: Bali: Gondol Research Station	Koesharyani et al. 2001
Crustacea		
Alcirona sp.	Indonesien: Ringgung, Pulau Seribu	Rückert 2006
Argathona rhinoceros	Ringgung	Rückert 2006
Caligus sp.	Indonesien: Java, Jepara	Wijayati & Djunaidah 2001
Cymothoa elegans	Lampung	Rückert 2006
Lepeophtheirus sp.	Indonesien: Bali: Gondol Research Station	Koesharyani et al. 1998, Yuasa et al. 1998, Zafran et al. 1998
Monogenia sp.	Indonesien: Sumatra: Lampung	Kurniastuty et al. 2000
Sagum epinepheli	Indonesien: Ringgung	Rückert 2006
Gnathiidae gen et sp. indet.	Indonesien: Lampung: Ringgung	Rückert 2006
Pennelidae gen. et sp. indet.	Indonesien: Ringgung, Cobra, Pulau Seribu, Segara Anakan	Rückert 2006
Crustacea gen. et sp. indet.	Indonesien: Sumatra: Lampung	Kurniastuty & Hermawan 1998

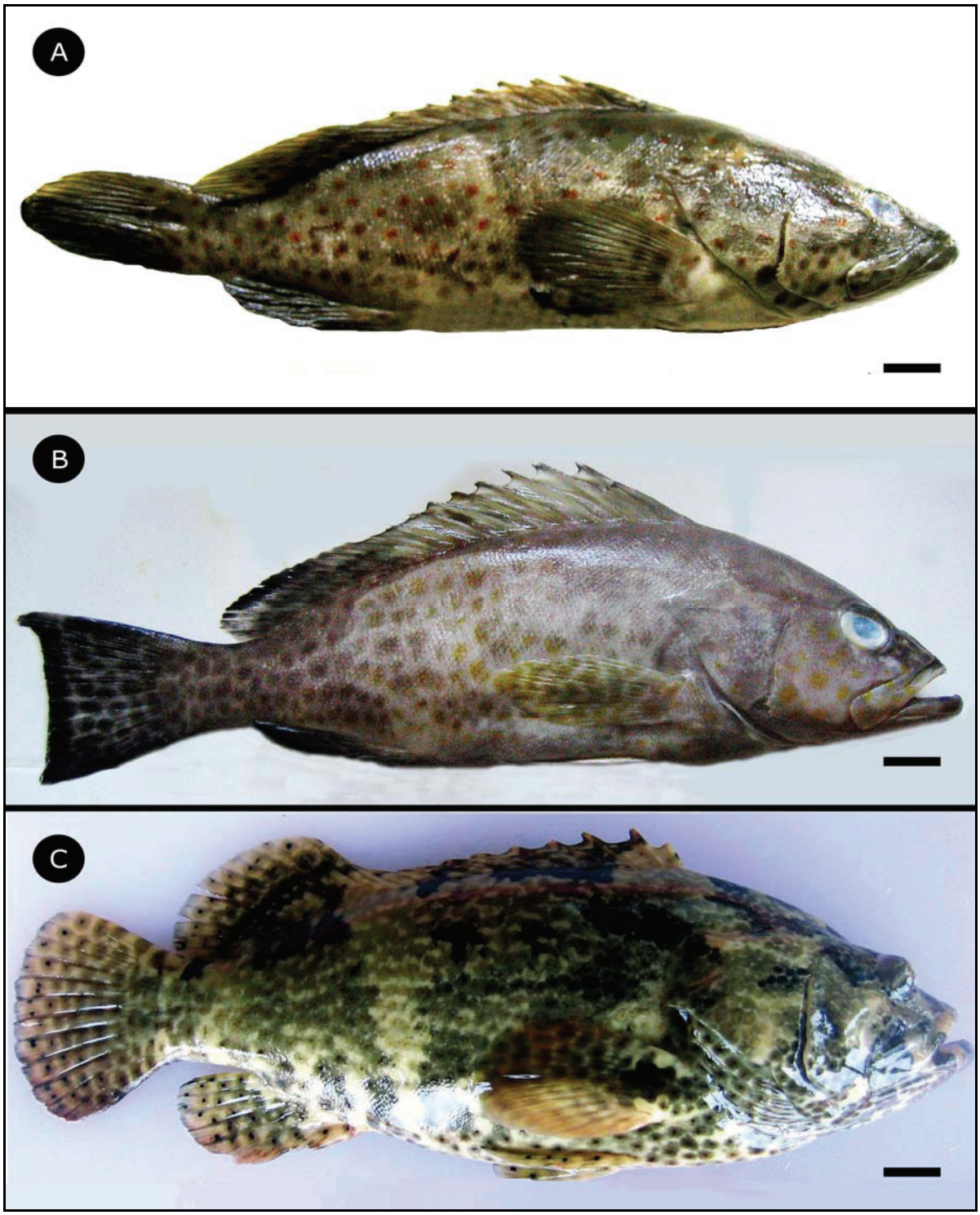
Nahrung: Das Nahrungsspektrum dieser Fischart umfasst hauptsächlich benthische und pelagische Organismen wie Teleostei, Cephalopoda und Crustacea und ist somit omnivor.

Geschlechtsreife: Bei dieser Art handelt es sich um protogyne Zwitter, bei denen die Weibchen mit einer Länge von 40 cm (d.h. mit ca. drei bis vier Jahren) geschlechtsreif werden. Die Umwandlung des Geschlechts erfolgt bei einer Länge von 70 bis 85 cm (d.h. mit ca. 11 Jahren).

Wirtschaftliche Bedeutung: Fischerei: weniger kommerziell; Aquakultur: kommerziell; Aquarium: kommerziell.

Parasiten: Eine Übersicht der nachgewiesenen Parasiten von *E. fuscoguttatus* ist Tabelle 3 zu entnehmen.

Literatur: Froese und Pauli 2010, Heemstra und Randall 1993, Pears et al. 2006, Rimmer et al. 2004, Rückert et al. 2009c



Fototafel 1: Untersuchte Zackenbarscharten (Serranidae). (A) *Epinephelus coioides.* (B) *Epinephelus areolatus*. (C) *Epinephelus fuscoguttatus.* Balken: A-C, 1,8 cm.

2.2 Vergleichsfischart (Scatophagidae)

Um zusätzliche regionale Unterschiede in der Parasitierung freilebender Fische aufzudecken, wurde der kommerziell in Südostasien genutzte und u.a. als Zierfisch bedeutsame *Scatophagus argus* freilebend aus der Segara Anakan Lagune untersucht (Fototafel 2).

Überklasse: Osteichthyes
Klasse: Actinopterygii
Überordnung: Teleostei
Ordnung: Perciformes
Familie: Scatophagidae

2.2.1 *Scatophagus argus* (Linnaeus, 1766) (E = spotted scat, I = ikan kiper)

Verbreitung: Diese Fischart weist eine Verbreitung im Indopazifik von Kuwait zu den Fidschis, Neukaledonien, Nord zu Süd Japan, Palau nach Mikronesien auf und wurde auch vor Samoa, Tonga und den Gesellschaftsinseln dokumentiert.
Koordinaten: 32°N-23°S

Tabelle 4: Zusammenstellung der weltweit nachgewiesenen Parasitenarten/-gattungen von *Scatophagus argus*.

Parasitenart	Lokalisation	Literatur
Ciliata		
Trichodina sp.	Indonesien: Java: Pelabuhan Ratu	Slade 2001
Trichodina sp. S	Indonesien: Java: Segara Anakan (Motoean & Klaces, Donan)	Yuniar 2005
Trichodina sp. Sa	Indonesien: Java: Segara Anakan (Motoean & Klaces, Donan)	Yuniar 2005
Trichodina spp.	Indonesien: Java: Segara Anakan (Motoean & Klaces, Donan)	Palm & Rückert 2009
Microsporidia		
Glugea anomala	Malaysien	Laird 1956
Digenea		
Paradiscogaster farooqii	Indischer Ozean	Bray 1984
Pseudohapladena scatophagi	Indonesien: Java: Segara Anakan (Motoean & Klaces, Donan)	Rückert et al. 2009a, Yuniar 2005
Waretrema pisciola	Indonesien: Sulawesi: Ujung, Pandang, Makassar	Yamaguti 1952
Monogenea		
Metahaliotrema scatophagi	Indonesien: Sulawesi: Ujung, Pandang, Makassar, Java: Segara Anakan	Yamaguti 1953, Palm & Rückert 2009, Rückert et al. 2009a, Yuniar 2005
Nematoda		
Capillaria sp.	Indonesien: Java: Segara Anakan (Motoean & Klaces)	Rückert et al. 2009a, Yuniar 2005
Cucullanus sp.	Indonesien: Java: Segara Anakan (Motoean & Klaces)	Rückert et al. 2009a, Yuniar 2005
Procamallanus sp.	Indonesien: Java: Segara Anakan (Motoean & Klaces)	Rückert et al. 2009a, Yuniar 2005
Acanthocephala		
Filisoma indicum	Indonesien: Sulawesi: Ujung, Pandang, Makassar, Java: Segara Anakan	Yamaguti 1954, Rückert et al. 2009a, Yuniar 2005
Filisoma rizalinum	Indonesien: Java: Segara Anakan	Verweyen 2009
Hirudinea		
Zeylanicobdella arugamensis	Indonesien: Java: Segara Anakan (Motoean & Klaces, Donan)	Rückert et al. 2009a, Yuniar 2005
Crustacea		
Caligus acanthopagri	Indonesien: Java: Segara Anakan (Motean & Klaces, Donan)	Yuniar 2005, Yuniar et al. 2007
Caligus epidemicus	Indonesien: Java: Segara Anakan (Motean & Klaces)	Yuniar 2005, Yuniar et al. 2007
Cymothoa sp.	Indonesien: Java: Segara Anakan (Motean & Klaces)	Yuniar 2005, Yuniar et al. 2007
Ergasilus sp. I	Indonesien: Java: Segara Anakan (Motean & Klaces, Donan)	Yuniar 2005, Yuniar et al. 2007
Ergasilus sp. II	Indonesien: Java: Segara Anakan (Motean & Klaces, Donan)	Yuniar 2005, Yuniar et al. 2007
Lepeophtheirus sp. I	Thailand	Purivirojkul & Areechon 2008
Lepeophtheirus sp. II	Thailand	Purivirojkul & Areechon 2008
Nerocila sundaica	Indonesien: Java: Jakarta Bucht	Trilles 1979
Pseudocaligus sp.	Indonesien: Java: Segara Anakan (Motean & Klaces)	Yuniar 2005, Yuniar et al. 2007
Thysanote chalermwati	Thailand; Indonesien: Java: Segara Anakan (Motean & Klaces, Donan)	Piasecki et al. 2008, Yuniar 2005, Yuniar et al. 2007
Caligidae gen. et sp. indet.	China; Korea; Taiwan; Indonesien: Java: Segara Anakan (Motean & Klaces,	Johnson et al. 2004, Yuniar 2005, Yuniar et al. 2007
Gnathiidae gen. et sp. indet.	Indonesien: Java: Segara Anakan (Donan)	Yuniar 2005, Yuniar et al. 2007

Morphologie: Diese Fischart weist zehn bis elf harte Rückenstacheln und 16 bis 18 weiche Strahlen auf. Im Analbereich befinden sich vier harte Stacheln und 13 bis 15 weiche Strahlen. Die maximale Totallänge beträgt 38 cm. Die Grundfarbe ist grünlich. Die Juvenilen weisen große runde Punkte etwa in Augengröße oder mit fünf bis sechs dunklen, vertikal verlaufenden Streifen auf. Die Adulten

weisen, vermehrt an den dorsalen Flanken, blasse Punkte auf. Der Körper ist quadratisch und stark gedrungen. Die Augen sind groß, wobei ihr Durchmesser kleiner ist als die Nasenlänge. Die Nase ist abgerundet und der Mund ist klein mit villiformen Zähnen.

Habitat: Diese Fischart lebt riffgebunden. Sie kommt in der Küste vorgelagerter mariner Gewässer, zwischen 1 m bis 4 m Tiefe und seichten Küstenregionen, aber auch in Brackwassergebieten wie Hafengebieten, Lagunen und in Mangrovennähe vor. Diese Fischart wurde ebenfalls in Süßwassergebieten gesehen. Laut Aquarienliteratur halten sich *S. argus* zur Nahrungssuche gerne an Abwasserleitungen und verschmutzten Hafenbecken auf.

Klima: Tropisch, 20-28°C

Nahrung: *S. argus* ist omnivor und frisst sowohl Anneliden und Crustacea als auch Artropoda, Algen und Detritus. Juvenile und adulte Stadien fressen Cyanobakterien, Algen, kleine benthische Invertebraten und pelagische Fischeier und Larven. Auch Fäzes anderer Tiere wird von ihnen aufgenommen.

Wirtschaftliche Bedeutung: Fischerei: regional kommerziell (in Südostasien), juvenile Fische werden als Aquarienfisch verkauft (ornamental fisheries).

Parasiten: Eine Übersicht der nachgewiesenen Parasiten von *S. argus* ist Tabelle 4 zu entnehmen.

Literatur: Allen 2000, De Bruin et al. 1994, Froese und Pauly 2010, Shao et al. 2004

Fototafel 2: Untersuchte zusätzliche Fischart (Scatophagidae) aus der Segara Anakan. (A) *Scatophagus argus*. Dargestellt mit freipräpariertem Mund und Kiemenbereich, um den parasitischen Crustacea *Cymothoa elegans* sichtbar zu machen. Balken: A, 2 cm.

3 Material und Methoden

3.1 Untersuchungsgebiete

Der indonesische Archipel umfasst ein Gebiet von ca. 8 Millionen km^2 mit einer 5.100 km langen West-Ost- und 1.888 km langen Nord-Süd-Erstreckung und einer geographischen Lage von 94°45` bis 141°01` östlicher Länge und 06°08`nördlicher bis 11°05`südlicher Breite.

Die äquatoriale Inselkette ist in Bezug auf Fläche und Einwohnerzahl der größte Inselstaat der Welt und mit ca. 239 Millionen Einwohnern global auch die viert größte Nation. Indonesien besteht aus fünf Hauptinseln und ca. 30 kleineren Inselgruppen (Rückert 2006). Java ist mit ca. 127 Millionen Einwohnern auf einer Fläche von 126.650 km^2 die Insel mit einer der größten Bevölkerungsdichten weltweit. Die Insel liegt im Indischen Ozean bei ca. 06° Süd und 105° Ost bis 09° Süd und 115° Ost. Durch die äquatoriale Lage herrscht tropisches Klima mit wechselnder Trocken- (April bis Oktober) und Regenzeit (November bis März) mit Niederschlägen von 3.000-3.500 mm (White et al. 1989, Whitten et al. 1996). Die Jahresdurchschnitts-Temperatur liegt bei 26-28°C, mit Höchstwerten von 33°C und Niedrigstwerten von 20°C. Annähernd 830.000 ha des Landes bieten potentiell günstige Grundlagen für Aquakultur, während weitere 140.000 ha zukünftig interessant für die Marikultur sind (Harris 2000, Jakob und Palm 2006, Pollunin 1983, Theisen 2009). Nach Jakob und Palm (2006) waren 2006 bereits 3.000 marine Fischarten nachgewiesen. Zusätzlich gilt Indonesien als eines der Hauptzentren der marinen Biodiversität (Carpenter und Springer 2005). Fisch und Fischereiprodukte spielen eine wichtige wirtschaftliche Rolle in der Entwicklung Indonesiens (Palm et al. 2008).

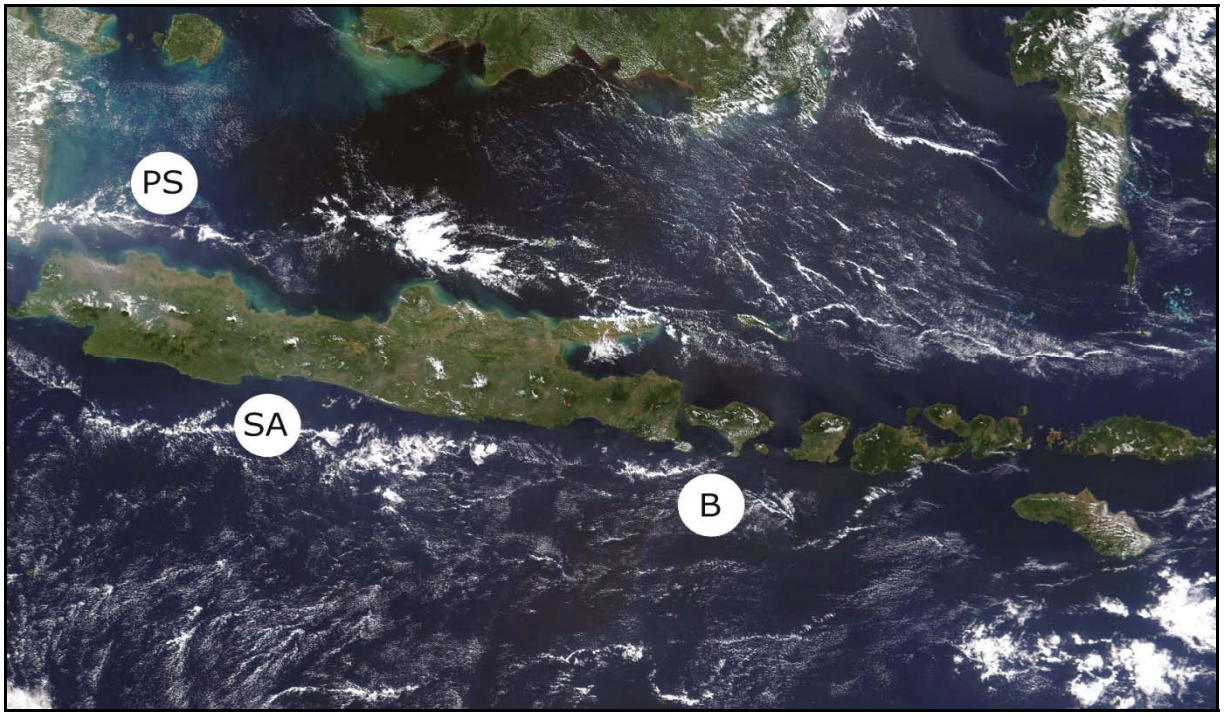


Abbildung 1: Übersichtskarte der Probennahmestandorte. B: Bali, PS: Pulau Seribu (Tausend Inseln), SA: Segara Anakan. (Quelle: verändert nach http://www.visibleearth.nasa.gov).

In der vorliegenden Untersuchung wurden Probennahmen zum regionalen und annuellen Vergleich an unterschiedlichen Standorten Indonesiens über einen Zeitraum von 2008 bis 2009 durchgeführt (Abb. 1).

3.2 Charakterisierung der Untersuchungsgebiete

3.2.1 Segara Anakan, Java

Bei der Segara Anakan Lagune handelt es sich um eine im Süden Zentraljavas gelegene, ca. 4.000 ha große und von 14.000 ha Mangroven gesäumte Brackwasser-Küstenlagune (Naamin 1991) (108°46`-109°03`O; 08°35`-08°48`S) im Westen der Stadt Cilacap, Indonesien (Abb. 1, 2, 3). Die Lagune ist abgetrennt vom Indischen Ozean und liegt geschützt durch die Bergkette Nusakambangan. Das Klima ist tropisch feucht und wird von Monsunen beherrscht (den Süd-Ost-Monsunen während der Trockenzeit von April bis Oktober und den Nord-West-Monsunen während der Regenzeit von November bis März). Der Hauptteil des jährlichen Niederschlags von 3,000-3,500 mm fällt während der Monate November bis März (White et al. 1989, Whitten et al. 1996). Die Hydrologie der Lagune wird durch die saisonabhängigen Schwankungen des Überlandabflusses, vor allem des fünft größten Flusses von Java, dem Citanduy im Westen, und dem Gezeitenwechsel durch zwei Zugänge zum Indischen Ozean „Plawangan“ im Westen und Osten, stark beeinflusst. Diese sind auch für die saisonabhängigen Schwankungen der Salinität und der Wassertrübung innerhalb der Lagune verantwortlich.

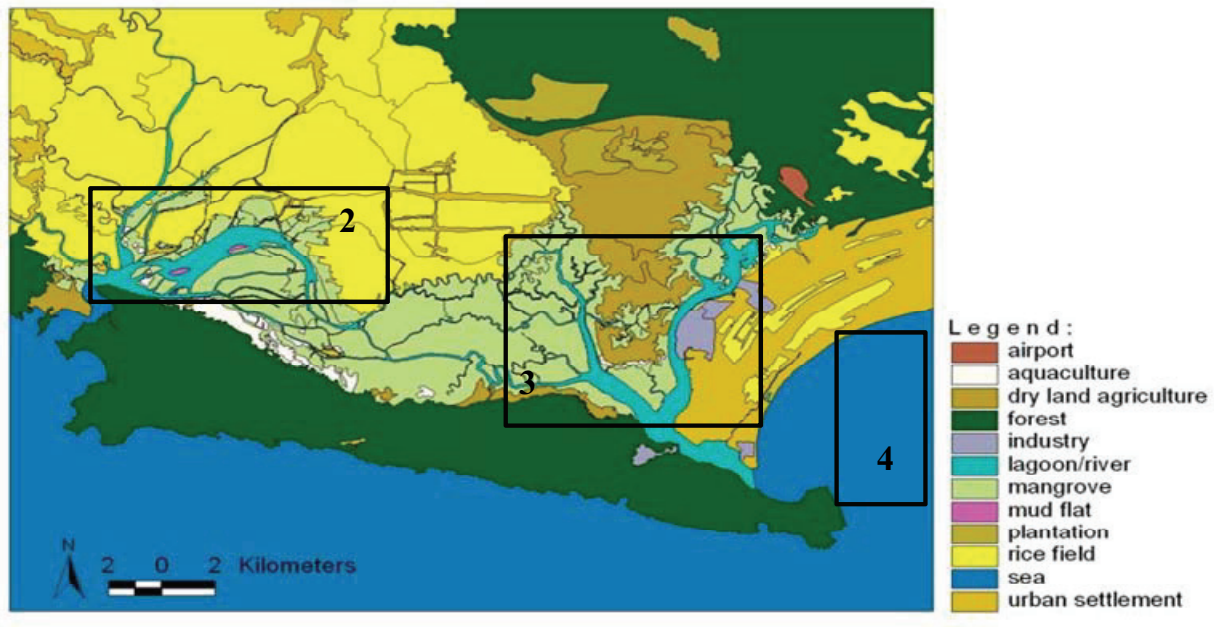


Abbildung 2: Geographische Lage der Untersuchungsgebiete der Fischarten *Epinephelus coioides, E. areolatus* und *Scatophagus argus.* Dargestellt sind Area 2, 3 und 4 (innerhalb und außerhalb der Segara Anakan Lagune), Cilacap, Indonesien.

Als Hauptlandnutzung in diesem Gebiet befasst sich die Agrarwirtschaft mit dem Anbau von Reis (Yuwono et al. 2007). Innerhalb der Segara Anakan Lagune wurde das Vorkommen von ca. 45 verschiedenen Fischarten berichtet (White et al. 1989). Zehn dieser Fischarten werden als wirtschaftlich wichtige Fischarten deklariert und gefangen (Naamin 1991). Nach Dudley (2000) kommen ca. 60 verschiedene Fischarten in der Segara Anakan vor, wobei keine dieser Fischarten den Fang dominiert. Somit variieren diese Angaben zur Nutzung kommerzieller Fischarten in der Segara Anakan Lagune über die Jahre. Die meisten estuaren (küstenlebenden) Fischarten treten innerhalb der Lagune als juvenile Tiere auf, die bei Erreichen der Geschlechtsreife in die vorgelagerte Küstenzone wandern. Die Lagune besitzt eine maßgebliche ökologische Funktion am Erhalt des Mangrovenwaldes und dient als „Kinderstube“ für eine Vielzahl aquatischer Organismen. Umweltverschmutzungen durch Schwermetallbelastung, Pestizide, Hydrocarbonate sowie Sedimentierung konnten in der Lagune bereits belegt werden (Romimohtarto et al. 1991). Nach Holtermann et al. (2009) findet ein Nettowassertransport von Ost nach West innerhalb der Lagune statt. Die Untersuchungen von Jennerjahn et al. (2009) zeigten, dass trotz einer sehr hohen Populationsdichte und intensiver landwirtschaftlicher Nutzung die Nährstoffverschmutzung und Eutrophierung (oligo- bis leicht mesotroph) in der Lagune relativ schwach ist und ein rascher Wassermassenaustauch innerhalb des eher flachen Lagunenwassers herrscht.

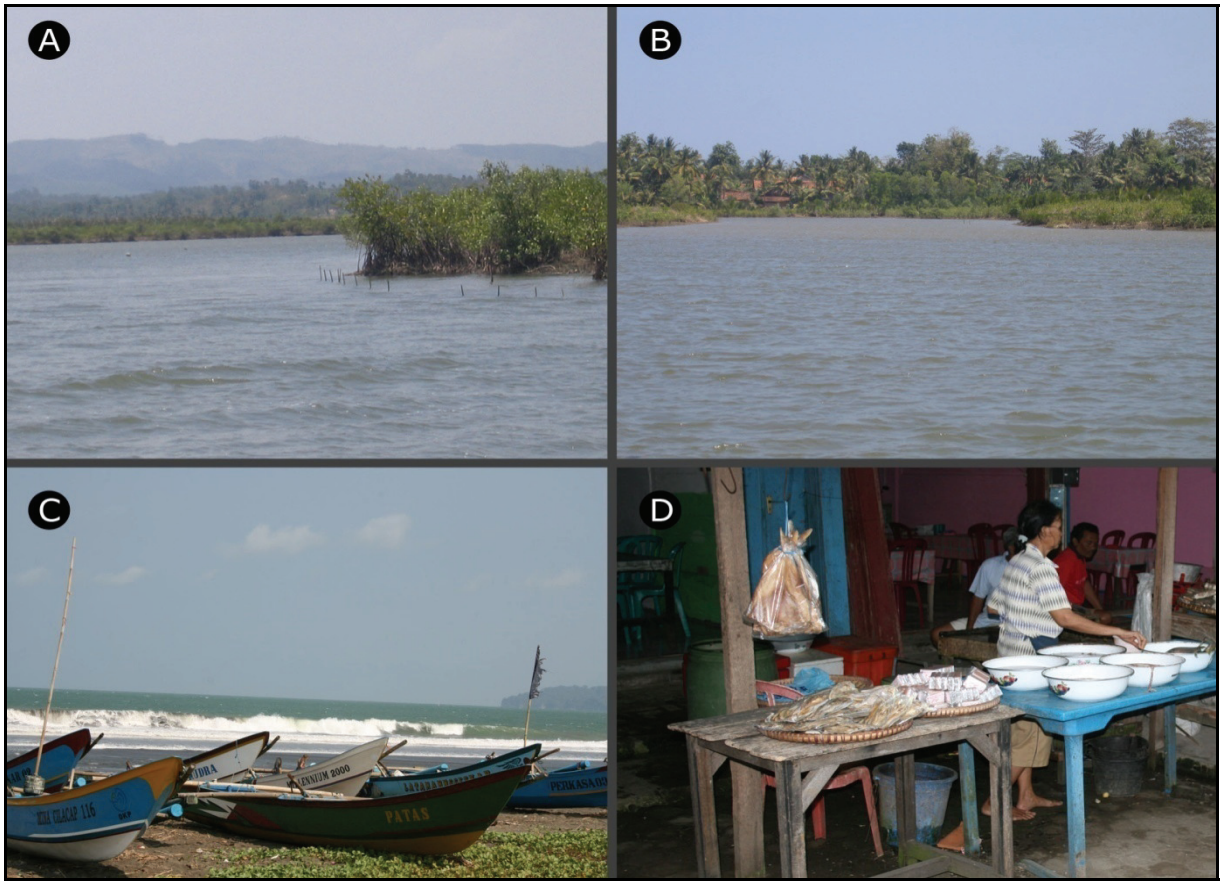


Abbildung 3: Untersuchungsgebiete und Probennahmestandorte in der Segara Anakan Lagune, Cilacap, Indonesien. (A) und (B) zeigen Gewässer aus Area 3 innerhalb der Segara Anakan Lagune. (C) zeigt das Gewässer an der Küstenlinie von Area 4 (Teluk Penyu) und (D) zeigt einen Fischverkaufsstand in Area 4.

Die Stadt Cilacap mit einer Bevölkerungsanzahl von ca. 240.325 Einwohnern (Pemerinta Kapubaten Cilacap 2008) und die umliegenden Dörfer in Kombination mit der ortsansässigen Industrie (Ölraffinerie, Zementfabrik, Landwirtschaft) stellen Faktoren für den anthropogenen, organischen Schadstoffeintrag innerhalb der Lagune dar (Rückert et al. 2009a). Die Untersuchungen von Yoganathan (2009) und Khrycheva (2009) zur Kontamination der Segara Anakan Lagune mit organischen Schadstoffen ergaben eine in beiden Arbeiten höhere Belastung mit organischen Schadstoffen der östlichen Lagune (Area 3) im Vergleich zur westlichen und zum zentralen Teil (Area 2) (Abb. 2). Bei den organischen Schadstoffen handelt es sich überwiegend um sogenannte polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH´s). Anhand der petrogenen Herkunft können die PAH´s auf die Aktivitäten der Ölraffinerie zurückgeführt werden (Khrycheva 2009, Yoganathan 2009). Innerhalb der Arbeit von Yoganathan (2009) konnten in den auf Schadstoffe untersuchten Organismen auch Triphenylphosphine Oxide (TPPO´s) und Triphenylphosphine Sulfide (TPPS´s) nachgewiesen werden. Hierbei konnte ein Schadstofftransport von Ost nach West innerhalb der Lagune beobachtet werden, was die Aussage von Holtermann et al. (2009) bestätigt. Nach Khrycheva (2009) ereigneten sich in 2002 und 2004 große Tankerunfälle innerhalb der Lagune. Während der beiden SPICE –Projekte (Phase I von 2003 bis 2007 und Phase II von 2007 bis 2010) wurde die Lagune in drei Teile unterteilt: Area 2, 3 und 4, wobei Area 2 lediglich innerhalb der ersten Phase als Probennahmestandort diente und Area 4 in der zweiten Phase des SPICE Projektes erstmals beprobt wurde (Abb. 2).

3.2.2 Tausend Inseln (Pulau Seribu)

Bei den Tausend Inseln (Pulau Seribu) handelt es sich um eine Inselgruppe nördlich vor Jakarta (Java, Java See), die sich auf ein Gebiet von 8.7 km^2 in 106°25` bis 106°40` östlicher Länge und 05°24` bis 05°44` südlicher Breite erstreckt. Zu den Tausend Inseln zählen derzeit 105 Inseln, die sich bis ca. 45 km nördlich in die Java See hineinziehen.

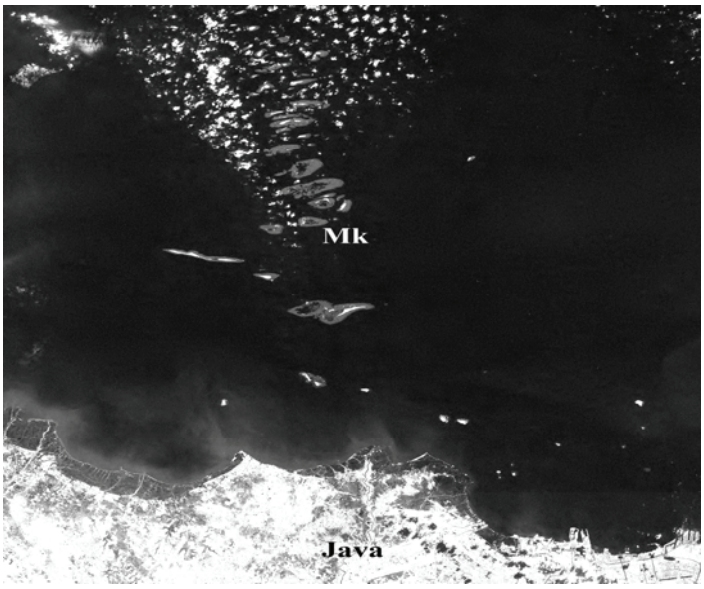


Abbildung 4: Geographische Lage des Untersuchungsgebietes der Fischart *Epinephelus fuscoguttatus*. Dargestellt ist das Untersuchungsgebiet innerhalb der Tausend Inseln (Pulau Seribu), Indonesien. Mk: Marikulturanlage. (Quelle: verändert nach Rückert 2006).

Bei dem Probennahmestandort innerhalb der Tausend Inseln handelt es sich um eine künstlich mit Korallensand aufgeschüttete Insel (Nusa Karamba), die als Marikulturanlage von der Firma Nuansa Ayu Karamba seit 2002 betrieben wird und sich in direkter Nähe zu der größeren Insel Gosong Pramuka, nördlich der Jakartabucht befindet (Abb. 1, 4, 5).

Abbildung 5: Untersuchungsgebiet und Probennahmestandort innerhalb der Tausend Inseln (Pulau Seribu), Indonesien. (A) und (B) zeigen das Gewässer und die Netzkäfiganlage der Marikultur Nusa Karamba.

3.2.3 Bali (Kedonganan)

Bali ist eine der drei kleinen Sunda-Inseln im Indischen Ozean, die am weitesten westlich liegt (08°30`40``-08°50`48`` südlich bis 114°25`53``-115°42`40`` östlich) (Abb. 1, 6). Bali erstreckt sich über eine Gesamtfläche von ca. 5.561 km^2, weist eine Nord-Süd-Ausdehnung von 95 km und eine West-Ost-Ausdehnung von 145 km auf. Im Westen grenzt Bali durch die Bali Straße an Java. Im Osten ist Bali durch den Indischen Ozean von Lombok getrennt. Eine Vulkankette von 1.350 m bis 3.014 m Höhe erstreckt sich über Balis West-Ost-Achse. Die Jahrestemperaturen liegen zwischen 20°-33°C.

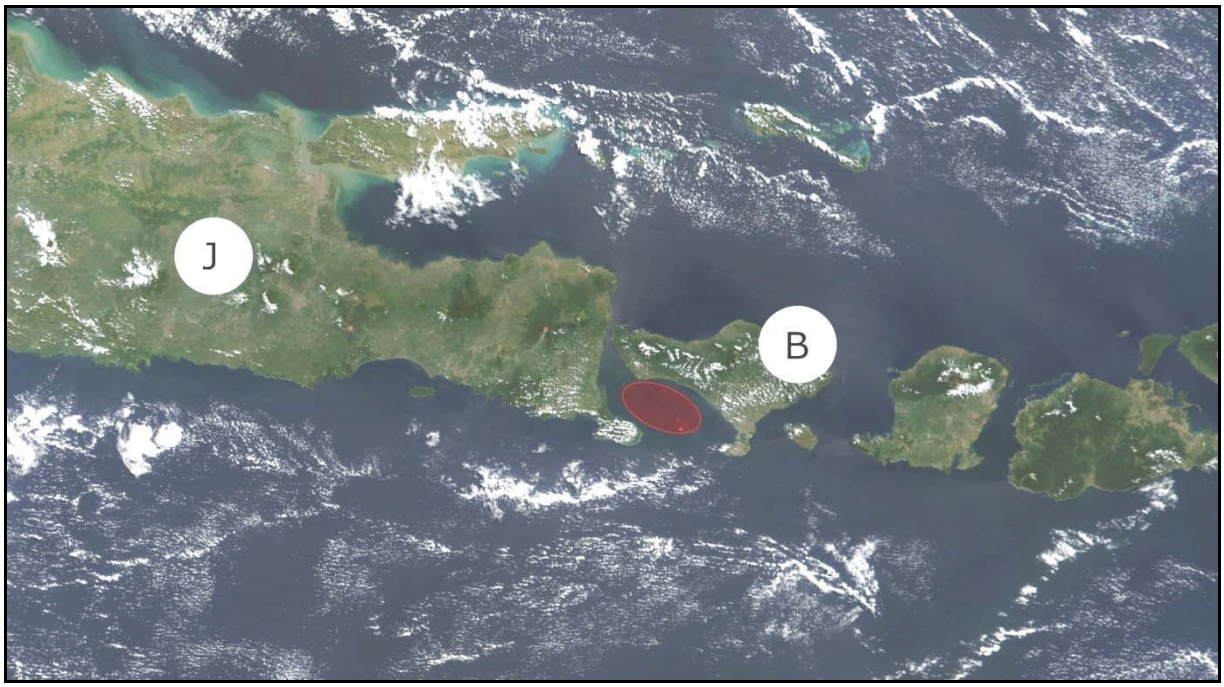


Abbildung 6: Geographische Lage des Untersuchungsgebietes der Fischarten *Epinephelus coioides* und *E. areolatus.* Dargestellt (roter Bereich) ist das Untersuchungsgebiet vor Bali, Indonesien. B: Bali, J: Java. (Quelle: verändert nach http://www.visibleearth.nasa.gov).

Neben der Marikultur ist die balinesische Wirtschaft stark abhängig vom internationalen Tourismus, da nicht nur die einheimischen, sondern vor allem auch die Touristen besonders das Angebot an frischen und diversen marinen Fischereiprodukten bevorzugen (Palm et al. 2008). Der Probennahmestandort befindet sich in einem Gebiet im Süden Balis. Im Jahr 2008 wurden lebende Fische bezogen, die in Gewässern vor der Südküste Balis gefangen wurden. Im zweiten Untersuchungsjahr wurden tote Fische vom Fischmarkt in Kedonganan zur Probennahme verwendet (Abb. 7).

Abbildung 7: Untersuchungsgebiete und Probennahmestandorte in Kedonganan, Bali, Indonesien. (A) zeigt das Gewässer und den Fangbetrieb. (B) und (C) zeigen den Fischmarkt von außen (B) und von innen (C).

3.2.4 Charakteristika der Marikulturanlage innerhalb der Tausend Inseln

Um Unterschiede des Parasitenbefalls über die Jahre von 2008 bis 2009 zu verstehen, zu analysieren, und ggf. auf Veränderungen im Management zurückführen zu können, wurde der Betreiber der Marikultur während jeder Beprobung zu den Hälterungsbedingungen befragt. Es wurden sowohl die Daten und Hälterungsbedingungen der untersuchten Zackenbarsche als auch der Milchfische (*Chanos chanos*) über die Jahre notiert, da die Milchfischzucht an der Nusa Karamba ebenfalls eine große Rolle spielt und somit direkten Einfluss auf die Umwelt und auf die Zackenbarschzucht ausübt (Tab. 5).

Tabelle 5: Angaben zu den Hälterungsbedingungen in der Marikulturanlage der Tausend Inseln 2008/2009.

	Epinephelus fuscogutattus		***Chanos chanos***
	< 10cm	> 10cm	> 12cm
Anlage			
Größe der Netzkäfige	3x5x1,5m	3x3x3m	14x5m
Anzahl der Käfige 2007/08	10-14	7-10	23
Anzahl der Käfige 2008/09	10-17	12-18	20
Anzahl Fische/ Käfig 2007/08	> 300	ca. 400	ca. 20.000- 25.000
Anzahl Fische/ Käfig 2008/09	> 300	ca. 400	ca. 20.000- 25.000
Maschenweite des Netzes	0,64cm	1,91cm	1,91cm
Netzwechsel	1-2x pro Monat	1-2x pro Monat	bewuchsabhängig
Besatzdichte	60 Fische/m^3	15 Fische/m^3	40 Fische/m^3
Verweildauer	1-1,5 Jahre	–	4-12 Monate
Fischproduktion: 2007/08	–	50%	60% (zu 100% in 2006)
Fischproduktion: 2008/09	–	100%	40% (zu 100% in 2006)
Futter			
Anzahl der Fütterungen	2-3/Tag	1/Tag	4-5/Tag
Futterzubereitung	Filet, kleine Stücke	ohne Kopf, große Stücke	–
Futtermenge/Tag 2007/08		3,6kg	4.000-4.500kg
Futtermenge/Tag 2008/09		6,5kg	3000kg
Futtermenge	3-6% des Körpergewichts	3% des Körpergewichts	5-6% des Körpergewichts
Pellets	–	–	Luxindo 585, Misumafeed, Growbest, Comfeed, Pokpand
Futteranreicherung			
Vitamin C	1-2x pro Woche	1-2x pro Woche	1x pro Monat
Multivitamin	1-2x pro Woche	1-2x pro Woche	1x pro Monat
Behandlung			
Süßwasserbad	–	1x pro Monat	bei Problemen
Antibiotika	bei Problemen	bei Problemen	bei Problemen
Monitoring			
Größensortierung	alle 2 Monate	alle 2 Monate	–
Mortalitätsraten	10%	1%	10-15%

3.3 Probennahmen

Die Probennahmen der vorliegenden Dissertation fanden in 2008 und 2009 von März bis August statt. Insgesamt konnten 383 Fische parasitologisch untersucht werden. Zur genaueren Übersicht über das Untersuchungsmaterial der untersuchten Fischarten, Gebiete, Zeiträume und Anzahl der untersuchten Fische dient Tabelle 6. Die Studie sollte so angelegt werden, dass die Fische im Anschluß an den Fang lebend bezogen wurden. Dies war jedoch nur in der Marikultur und der Segara Anakan in Area 3 zuverlässig durchführbar. Die Probennahmen in der Segara Anakan wurden im Allgemeinen durch das logistische Problem erschwert, dass sich das Untersuchungsgebiet in ca. 1,5 Stunden Entfernung zum Labor befand. Die Fangmethoden im Küstenbereich konnten nicht auf Lebendfänge umgestellt werden. Dementsprechend war die Untersuchung von lebenden Fischen dort nicht möglich.

Grundsätzlich konnten die Probennahmen in der Segara Anakan in Area 4 in beiden Jahren und auf Bali in 2009 nicht am lebenden Fisch durchgeführt werden. Bei den Probennahmen, die mit lebendem Fisch durchgeführt werden konnten, wurden standardmäßig Trichodinenabstriche vorgenommen (Kapitel 3.4).

Tabelle 6: Angaben zu Fischart, Gebiet, Probennahme (Jahr), Habitat und Fangzeit sowie Anzahl (n) der untersuchten Fische der einzelnen Probenahmen und Totalanzahl des Untersuchungsmaterials. R: Regenzeit, T: Trockenzeit.

Fischart	Gebiet	Probennahme; Habitat; Zeit	n	Total
Epinephelus coioides	Segara Anakan (SA) 3+4	2007/08; freilebend; R, T	35/30	65
E. coioides	Segara Anakan (SA) 3+4	2008/09; freilebend; R	35/30	65
E. coioides	Bali	2008; freilebend; T	35	35
E. coioides	Bali	2009; freilebend; T	30	30
E. areolatus	Segara Anakan (SA) 4	2008/09; freilebend; R	30	30
E. areolatus	Bali	2009; freilebend; T	30	30
E. fuscoguttatus	Pulau Seribu (PS)	2007/08; Marikultur; R	35	35
E. fuscoguttatus	Pulau Seribu (PS)	2008/09; Marikultur; R	35	35
Scatophagus argus	Segara Anakan (SA) 3+4	2007/08; freilebend; R, T	18/20	38
S. argus	Segara Anakan (SA) 3	2008/09; freilebend; R	20	20

3.3.1 Vergleichsuntersuchungen vorangegangener Arbeiten

Um im späteren Verlauf dieser Arbeit Rückschlüsse auf Einwirkungen unterschiedlicher Umwelteinflüsse im regionalen und annuellen Vergleich anstellen zu können, werden im Folgenden die Vergleichsprobennahmen vorangegangener Arbeiten von Rückert (2006), Rückert et al. (2009a, c), Palm und Rückert (2009), Yuniar (2005) und Yuniar et al. (2007) aufgeführt (Tab. 7).

Tabelle 7: Angaben zu Fischart, Gebiet, Probennahme (Jahr), Habitat und Fangzeit sowie Anzahl (n) der untersuchten Fische der Vergleichsprobennahmen mit Referenzangabe. R: Regenzeit, T: Trockenzeit. BBL: Balai Budidaya Laut.

Fischart	Gebiet	Probennahme; Habitat; Zeit	n	Referenz
Epinephelus coioides	Segara Anakan (SA) 3	2004; freilebend	21	Yuniar 2005, Yuniar et al. 2007
E. coioides	BBL	2003; Marikultur ; T	35	Rückert 2006
E. coioides	Ringgung	2003; freilebend; T	35	Rückert 2006
E. fuscoguttatus	Pulau Seribu	2003/04; Marikultur; R	35	Rückert 2006
E. fuscoguttatus	Pulau Seribu	2004/05; Marikultur; R	35	Palm und Rückert 2009, Rückert 2006
E. fuscoguttatus	Pulau Seribu	2005/06; Marikultur; R	35	unveröffentlicht, Daten aus SPICE Bericht
E. fuscoguttatus	Pulau Seribu	2006; Marikultur; T	35	unveröffentlicht, Daten aus SPICE Bericht
E. fuscoguttatus	Ringgung	2002/03; freilebend; R	35	Rückert 2006, Rückert et al. 2009c
E. fuscoguttatus	Ringgung	2003; freilebend; T	35	Rückert 2006, Rückert et al. 2009c
E. fuscoguttatus	Ringgung	2003/04; freilebend; R	35	Rückert 2006, Rückert et al. 2009c
Scatophagus argus	Segara Anakan (SA) 2	2004; freilebend	35	Yuniar 2005, Yuniar et al. 2007, Rückert et al. 2009a
S. argus	Segara Anakan (SA) 3	2004; freilebend	35	Yuniar 2005, Yuniar et al. 2007, Rückert et al. 2009a

3.4 Untersuchungsmethoden

3.4.1 Fischparasitologische Untersuchungen

Trichodinenuntersuchung: Es wurden Abstriche gleicher Größe (halber Objektträger) von noch lebenden oder frisch getöteten Fischen gemacht. Mit dem Skalpell abgeschabt wurden die Körperoberfläche, der Kiemenbogen und die Innenseite der Operculi. Diese Proben wurden anschließend auf jeweils einem Objektträger ausgestrichen. Im Folgenden wurden die Proben luftgetrocknet und bis zur weiteren Behandlung in Präparatekästen aufbewahrt. Die Fixierung der Trichodinen erfolgte nach Lom (1958) durch Lufttrocknung. Die Färbung der Abstriche wurde mittels der Silberimprägnierung nach Klein (1926, 1958) durchgeführt. Dazu wurden die getrockneten Präparate, um störendes Chlorid zu entfernen, mit destilliertem Wasser abgespült und danach erneut getrocknet. Im Anschluss daran wurden alle Objektträger mit einer 5 %-igen Silbernitrat-Lösung ($AgNo_3$) beschichtet und für 30 min bei Dunkelheit imprägniert. Anschließend wurden die Präparate erneut mit destilliertem Wasser gewaschen und für 30-40 min unter UV-Licht (UV-Belichtungsgerät 32W/220V der Firma ISEL mit vier 8W/05 UV-Leuchtstoffröhren Phillips) entwickelt. Danach folgte eine abschließende Lufttrocknung der Präparate. Die auf diese Weise behandelten Objektträger konnten nun unter einem Lichtmikroskop (LEITZ Wetzlar, Orthoplan; ZEISS Axiostar plus) bei 10-facher Vergrößerung mikroskopiert und auf das Vorkommen von Trichodinen untersucht werden.

Ekto- und Endoparasiten: Die Untersuchungen wurden nach Standardmethoden durchgeführt (Bush et al. 1997, Margolis et al. 1982). Zu Anfang wurden Standardgrößen der Fische wie Totallänge (TL in cm), Frischgewicht (FG gewogen auf 1 g genau) und Schlachtgewicht (SG gewogen auf 1 g genau) ermittelt und dokumentiert. Es folgte eine Untersuchung der Oberfläche, des Mundes, der Nase und der Flossen auf Ektoparasiten. Den Fischen wurden die Augen und Kiemen entnommen, in physiologische Kochsalzlösung (0,9 %-ige NaCl) überführt und mit Hilfe eines Stereomikroskops (Zeiss Stemi DV4) bei einer 6-12-fachen Vergrößerung auf Parasiten untersucht. Die Leibeshöhle der Fische wurde anschließend ventral durch einen Schnitt (Anus bis Unterkiefer) geöffnet, so dass die inneren Organe (gewogen auf 0,1 g) wie Herz, Nieren, Milz, Pylorusanhänge, Leber (LG in g), Gonaden, Darm und Magen zur weiteren Analyse entnommen und teilweise gewogen werden konnten. Diese inneren Organe wurden ebenfalls getrennt voneinander in physiologischer Kochsalzlösung bis zur weiteren Untersuchung unter dem Stereomikroskop aufbewahrt. Um das Schlachtgewicht (SG in g) der Fische zu ermitteln, wurden die Kiemen zusammen mit dem ausgenommenen Fisch (ohne Herz und Niere) erneut gewogen und dokumentiert. Die entnommenen Organe wurden auf verschiedene parasitäre metazoische Entwicklungsstadien hin untersucht. Hierbei wurde sowohl der Sitz als auch die Anzahl freier, enzystierter oder eingekapselter Parasiten protokolliert. Die Parasiten wurden vom Wirtsgewebe isoliert in NaCl-Lösung gereinigt und nach ihrer Fixierung durch 4 %-iges Formaldehyd in 70 % Ethanol für anschließende lichtmikroskopische Untersuchungen aufbewahrt. Für weiterführende molekulargenetische Untersuchungen des Nematoda-

Materials wurde ein Teil der isolierten anisakiden Nematoda ohne Fixierung direkt in absolutes Ethanol überführt und gelagert (Tab. 8).

3.4.2 Fixierungs- und Präparationsmethoden

Noch lebende Parasiten wurden vor ihrer weiteren Behandlung mit kochendem NaCl (0,9 %) abgetötet. Dies ergibt sich aus dem Zusammenhang, dass noch lebende Parasiten bei direktem Kontakt mit Formol kontrahieren, was die anschließende Bestimmung erschwert. Die isolierten Parasiten wurden vor der weiteren Behandlung von Gewebs- bzw. Nahrungsresten ihrer Wirte befreit. Die Konservierung und Präparation der Parasiten wurde gruppenspezifisch nach unterschiedlichen Methoden durchgeführt. Im Folgenden werden diese detailliert dargestellt.

a) **Ciliata:** Die Abstriche von Trichodinen wurden an der Luft getrocknet und dadurch auf dem Objektträger fixiert (Lom 1958). Auf Objektträger mit positivem Befund im Frischpräparat wurden nachträglich 2-3 kleine Tropfen Eukitt gegeben und darauf zur Versiegelung ein großes Deckglas gelegt.
b) **Digenea:** Noch lebende Exemplare wurden zuerst mit kochendem NaCl (0,9 %) abgetötet. Digenea wurden in physiologischer NaCl-Lösung (0,9 %-ig) gespült und zur Fixierung in ein Blockschälchen mit 4 % Formaldehyd gelegt. Etwa 10 Minuten bis 1 Stunde später (je nach Größe des Parasiten) wurden die Digenea zur Aufbewahrung in Schraubdeckelgläschen, welche 70 %-iges Ethanol enthielten, überführt.
c) **Monogenea:** Noch lebende Exemplare wurden ebenfalls zuerst mit kochendem NaCl (0,9 %) abgetötet. Monogenea wurden unter dem Binokular (Zeiss Stemi DV4) bei 12-25-facher Vergrößerung auf einen Objektträger mit einem Tropfen physiologischer NaCl-Lösung (0,9 %-ig) überführt und dorsoventral so ausgerichtet, dass alle zur Bestimmung relevanten Merkmale erkennbar waren. Für den nötigen Abstand zwischen Parasit und Deckglas wurden alle vier Kanten des Deckglases mit kleinen Knetmassestückchen (Fimo®) versehen und auf dem Objektträger leicht angedrückt. Anschließend wurden zur Fixierung einige Tropfen 4 %-iges Formaldehyd auf den Objektträger aufgetragen und mit einem Filterpapier unter dem Deckglas durchgezogen. Nach etwa 10 minütiger bis einstündiger Einwirkzeit (je nach Größe des Parasiten) wurden die Parasiten zur Aufbewahrung in das Ethanol-Gemisch überführt.
d) **Cestoda:** Cestoda, mit Ausnahme der Trypanorhyncha, wurden nach der Isolierung und Säuberung mit physiologischer NaCl-Lösung fixiert und kurzfristig in 70 %-igem Ethanol gelagert, um sie anschließend direkt zu färben. Alle anderen Exemplare wurden im Ethanol-Gemisch aufbewahrt. Trypanorhyncha wurden nach der Isolation aus dem Wirt mit etwas NaCl (0,9 %) auf einen Objektträger gelegt und mit einem Deckglas vorsichtig „gequetscht“ bevor sie in Ethanol überführt wurden (Palm 2004).

e) **Nematoda:** Mit Hilfe zweier Dumont-Pinzetten wurden sämtliche eingekapselte Nematoda unter 12-40-facher Vergrößerung aus ihren Kapseln befreit. Die Nematoda aus sämtlichen Organen wurden in physiologischer NaCl-Lösung abgespült und zur Fixierung in ein Blockschälchen mit 4 %-igem Formaldehyd überführt. Die Aufbewahrung der gereinigten und fixierten Nematoda erfolgte bis zur weiteren Bestimmung in 70 %-igem Ethanol-Gemisch. Außerdem wurden einige Exemplare bestimmter Gattungen (z.B. *Anisakis* sp.) ohne vorherige Fixierung direkt in absolutes Ethanol für anschließende molekulargenetische Untersuchungen überführt.

f) **Acanthocephala:** Nach Befreiung der Acanthocephala von Darmbestandteilen ihrer Wirte wurden sie zunächst in einem Blockschälchen mit destilliertem Wasser für ca. eine Stunde gelagert, um das Ausstülpen der Proboscis zu gewährleisten. Anschließend folgte die Fixierung und Aufbewahrung der Parasiten wie in Kapitel 3.4.2b beschrieben.

g) **Crustacea:** Crustacea wurden in physiologischer NaCl-Lösung gespült und in einem Blockschälchen mit 4 %-igem Formaldehyd fixiert. Die Aufbewahrung der gereinigten und fixierten Crustacea erfolgte bis zur weiteren Bestimmung in 70 %-igem Ethanol-Gemisch.

h) Als **Nachuntersuchung** sämtlicher Parasiten pro untersuchtem Fisch, erfolgte eine zusätzliche Analyse des Magen-Darm-Traktes. Dazu wurde der Magen-Darm-Trakt (inklusive der Pylorusanhänge) in einem Plastikgefäß mit 0,9 %-iger NaCl-Lösung gesammelt und geschüttelt. Nach einigen Minuten konnte etwas von der Flüssigkeit abdekantiert werden. Diese Prozedur erfolgte dreimal. Abschließend wurde unter dem Stereomikroskop die Bodenlösung auf Parasitenstadien überprüft. Dabei wurden die einzelnen Parasitengruppen wie in 3.4.2 beschrieben weiterbehandelt und der Sitz der Parasiten wurde als GUT (aus dem englischen für Eingeweide) dokumentiert.

3.4.3 Anfärbung der Parasiten

a) Die **Giemsa-Färbung** diente der besseren mikroskopischen Identifikation von Blutflagellaten. Nach Ansetzen einer 5 %-igen Giemsa-Lösung der Giemsa-Stammlösung mit 100 ml Weise-Puffer wurden die Objektträger mit den getrockneten Blutausstrichen mit Methanol überschichtet. Nach 3-5 min Fixierung in Methanol wurden die Objektträger luftgetrocknet. Nach Zugabe der vorher frisch angesetzten Giemsa-Lösung auf die Objektträger und einer Inkubationszeit von 30-45 Minuten (RT) wurden die Objektträger mit Leitungswasser abgewaschen und nach Lufttrocknung unter dem Lichtmikroskop (Immersionsöl) betrachtet (Garnham 1966, Mehlhorn et al. 1993).

b) Verschiedene bestimmungsrelevante innere Strukturen einiger metazoischen Parasiten können durch die **Salzsäure-Carmin-Färbung** nach Mayer-Schuberg besser dargestellt werden (in Reichenow 1969). Hierzu konnte der in Ethanol aufbewahrte Parasit direkt in die Färbelösung überführt werden. Abhängig von der Größe des Parasiten wurden die Exemplare fünf bis zehn

Minuten in der Färbelösung inkubiert. Anschließend wurden die angefärbten Parasiten für einige Minuten in 70 %-igem Ethanol ausgewaschen und durch eine aufsteigende Alkoholreihe (70 %, 80 %, 90 % und 2 x 100 %) entwässert. Nach dieser Behandlung konnten von diesen Parasiten Dauerpräparate hergestellt werden.

3.4.4 Anfertigung von Dauerpräparaten

Aufhellung der Parasiten: Die Aufhellung der Parasiten diente der besseren Erkennung innerer Strukturen, die für die Bestimmung unerlässlich sind. Diese Aufhellung folgte der Beschreibung nach Riemann (1988) und ist für die Taxa Digenea, Monogenea, Nematoda und Acanthocephala geeignet. Das dabei verwendete Medium besitzt einen ähnlichen Brechungsindex wie das Cytoplasma der Parasiten und dringt bei der Behandlung in das Parasitengewebe ein. Eine geeignete Substanz stellt hier Glycerin dar (Berland 1984). Die Parasiten wurden im ersten Schritt aus den Schraubdeckelgläschen in ein Blockschälchen mit Ethanol-Glycerin-Gemisch (96 % Ethanol, 87 % Glycerin (höchstmögliche Konzentration)) überführt. Diese Blockschälchen wurden dann bei maximal 35ºC über Nacht in einem Wärmeschrank gelagert, so dass der Alkohol verdunsten konnte und der Parasit in dem Glycerin verblieb. Derart aufgehellte Parasiten wurden zu Dauerpräparaten verarbeitet.

Glycerinpräparate: Von gut erhaltenen und aufgehellten Parasiten wurden Glycerin-Dauerpräparate nach einem Protokoll von Riemann (1988) angefertigt. Derart hergestellte Dauerpräparate sind nach Angaben von Riemann jahrzehntelang haltbar. Dazu wurde auf einen mit Ethanol gereinigten Objektträger ein Tropfen Glycerin gegeben. Eventuell entstandene Luftblasen wurden mit einer Präpariernadel entfernt und der einzubettende Parasit wurde ohne Verunreinigungen in den Glycerintropfen überführt und ausgerichtet. Im Folgenden wurde ein entsprechend großes Deckglas an allen vier Kanten mit Fimo® versehen. Zwei Kanten wurden auf dem Objektträger über dem Glycerin-Tropfen mit dem Parasiten vorsichtig aufsetzend und blasenfrei abgelegt. Unter dem Binokular wurden dann die Kanten festgedrückt, bis das Präparat zwischen den beiden Glasflächen über die entsprechende Fixierung verfügte. Nachdem die Deckglasränder mit Paraffin-Linsen bestückt waren, wurde der Objektträger anschließend auf eine Thermostat-Wärmeplatte bei 60°C gelegt. Durch erhitzen schmelzen die Paraffin-Linsen, verteilen sich blasenfrei unter dem Deckglas und schließen den Glycerin-Tropfen mit dem Parasiten ein. Nach Abkühlen des Objektträgers wurde dieser noch zusätzlich mit Klarlack versiegelt. Der dementsprechend eingebettete Parasit ist im Anschluß an diese Prozedur für lichtmikroskopische Untersuchungen und Dokumentation geeignet.

Kanadabalsampräparate: Die mit Salzsäure-Carmin behandelten Parasiten (Digenea, Monogenea, Cestoda und Acanthocephala) wurden auf einem Objektträger vorsichtig in Kanadabalsam ausgerichtet und eingebettet. Die Ausrichtung erfolgte so, dass bestimmungsrelevante

Merkmale gut sichtbar waren. Die fertigen Kanadabalsampräparate konnten nunmehr lichtmikroskopisch betrachtet werden.

3.5 Parasitendokumentation

Die Parasitendokumentation erfolgt in systematischer Reihenfolge innerhalb der Parasitengroßgruppen Ciliata, Microsporea, Digenea, Monogenea, Cestoda, Nematoda, Acanthocephala, Hirudinea und Crustacea. Ausgehend immer vom höchsten Taxon: Ordnung, Familie, Gattung und Art. Die Parasiten wurden vermessen und anhand von Zeichnungen und/oder Fotografien dokumentiert. Ebenfalls angegeben ist, ob es sich bei den nachgewiesenen Parasitenarten/-taxa um adulte oder larvale Stadien handelt, sowie die nachgewiesenen Wirte und Habitate, der Sitz der Parasiten im Wirt (alphabetisch sortiert) und der jeweiligen Bestimmungsliteratur. Die Befallszahlen werden in Form von Prävalenzangaben (% P) angegeben. Angeordnet sind diese jeweils durch Semikolon getrennt nach darüber angegebener Fischart. Zusätzlich werden unter Besonderheiten bei den jeweiligen Parasiten neue Wirts- und/oder Gebietsnachweise und weitere Besonderheiten beschrieben. Die Parasitendokumentation ist in Kapitel 4.2 dargestellt.

Parasiten-Vermessungen: Um bestimmungsrelevante morphometrische Daten der Parasitenarten zu erhalten, erfolgten Vermessungen einzelner Tiere mit Hilfe eines Axioskop Plus Mikroskops von Zeiss. Wieviele Parasiten jeweils vermessen wurden ist am Ende der jeweiligen Vermessungsreihe in Klammern angegeben. Dazu wurde die in ein Vermessungsokular eingearbeitete Skala mit Hilfe einer µm–Platte kalibriert, so dass ein Skalenteil bei 100-facher Vergrößerung 0,01 mm und bei 200-facher Vergrößerung 0,005 mm ergab. Vermessen wurden je nach Parasitengruppe bestimmungsrelevante Strukturen. Solange nicht anders angegeben, in Länge und Durchmesser der genannten Einheit, dargestellt als Bereich und Mittelwert in Klammern. Die Vermessungsdaten werden bei der Parasitenbeschreibung wiedergegeben (Kapitel 4.2).

Zeichnungen: Die Zeichnungen der zuvor präparierten Parasiten erfolgte unter Zuhilfenahme einer Camera Lucida von Leitz Wetzlar, während zeitgleich die Präparate unter einem Stereomikroskop Typ Olympus (CHT/CH-2) bei 4-100-facher Vergrößerung betrachtet wurden. Gezeichnet wurden überwiegend Exemplare, welche in vorrangegangenen Untersuchungen aus indonesischen Gewässern noch nicht zeichnerisch dargestellt worden sind (Rückert 2006, Theisen 2009, Verweyen 2009, Yuniar 2005). Die Zeichnungen werden bei der Parasitenbeschreibung wiedergegeben (Kapitel 4.2). Im Text der dazugehörigen Parasitenbeschreibungen werden ggf. die Zeichnungsbeschriftungen erläutert (Kapitel 4.2).

Fotodokumentation: Die Glycerin- und Kanadabalsampräparate wurden lichtmikroskopisch dokumentiert. Bilder wurden an einem Mikroskop (Olympus BX 50) mit PLAN-Objektiven und unter Verwendung eines Fotoaufsatzes und einer Digitalkamera (Olympus E410) angefertigt. Die Fotos der

Crustacea wurden an einem Stereomikroskop (Olympus SZH 10) mit Fotoaufsatz (Olympus OM-4 Titan) angefertigt (Kapitel 4.2).

Rasterelektronenmikroskopie (REM): Diese erfolgte an ausgewählten Parasitenexemplaren. Dazu wurden die in 70 %-igem Ethanol vorliegenden Parasiten zunächst in einer aufsteigenden Acetonreihe (80 %, 90 %, 100 %, 100 % über Molekularsieb) für jeweils 15 min entwässert. Darauf folgte eine Kritisch-Punkt-Trocknung (Apparatur von Balzers Union, Modell M 9202) mit flüssigem Kohlendioxid (CO_2). Der kritische Punkt liegt bei 35-36°C, da bei dieser Temperatur das CO_2 von der flüssigen in die gasförmige Phase übergeht. Dieser Vorgang wurde fünf bis sechs Mal wiederholt. Im Anschluss daran erfolgte das „Sputtern". Die getrockneten Parasiten wurden hierbei mit Goldpartikeln beschossen, um ihre Oberfläche für die Elektronenmikroskopie leitfähig zu machen (Apparatur von Balzers Union, Modell Variac, BG 519 776-T). Im Rasterelektronenmikroskop (REM, Typ Leo 1430VP-06-02) konnten die so behandelten Parasiten angesehen und digital Fotografiert werden.

3.6 Parasitologische Datenerhebung

Bestimmung der Parasiten: Für die Bestimmung der Ekto- und Endoparasiten wurden Originalbeschreibungen sowie relevante Literatur herangezogen: **Ciliata***:* Lom und Dyková 1992. **Microsporea**: Canning und Lom 1986, Schmidt und Roberts 1989. **Digenea**: Bray 1984, Bray und Cribb 1989, Bray et al. 2008, Bray und Palm 2009, Cribb et al. 1999, Etchegoin et al. 2005, Gibson et al. 2002, Jones et al. 2005, Pozdnyakov 1996, Santos und Gibson 2002, Szidat 1961, Velasquez 1959, 1975, Yamaguti 1942, 1970. **Monogenea**: Beverley-Burton und Suriano 1981, Bu et al. 1999, Koesharyani et al. 1999, Kritsky und Beverley-Burton 1986, Ogawa et al. 1995, Whittington 2004, Yamaguti 1953, 1963a. **Cestoda**: Khalil et al. 1994, Kuchta et al. 2009, Palm 2004. **Nematoda**: Anderson 2002, Moravec 1994, 1998, Rasheed 1963, Rigby et al. 1998. **Acanthocephala**: Amin 1982, Golvan 1969, Yamaguti 1963b. **Hirudinea**: De Silva 1963. **Crustacea**: Bovallius 1885, Boxshall und Halsey 2004, Bunkley-Williams und Williams 1998, Ho und Kim 2001, Ho und Lin 2004, Kabata 1984, Kensley und Schotte 1989, Lester und Roubal 1995, Lin et al. 1994, Nierstrasz 1917, Pillai 1985, Pillai und Sebastian 1967, Trilles 1991, Pinto da Motta Amado und Falavigna da Rocha 2001, Schmidt und Roberts 1989, Smit et al. 2003, Uyeno und Nagasawa 2009a, b, Yamaguti 1960, Yuniar 2005.

Berechnungen: Für die Berechnung der Befallszahlen wurden Prävalenzen (P %), Intensitäten (I) und mittlere Intensitäten (mI) getrennt nach taxonomischen Gruppen berechnet. Die parasitologischen Fachbegriffe werden im Folgenden kurz erläutert und richten sich nach den Definitionen von Bush et al. (1997) und Margolis et al. (1982). Die Definition der einzelnen Komponenten der Berechnungen werden nebenstehend angegeben und nicht gesondert im Abkürzungsverzeichnis aufgeführt.

Prävalenz (P %): Mit der Prävalenz wird die Anzahl der Wirtstiere mit mindestens einem Parasiten einer Art dividiert durch die Anzahl der untersuchten Wirtstiere bezeichnet. Diese wird in Prozent angegeben.

$$P\ [\%] = P_i/P_\Sigma \times 100$$

P_i = Wirtstiere mit mindestens einem Parasiten einer Art i
P_Σ = Summe der untersuchten Wirtstiere

Intensität/mittlere Intensität (I/mI): Die Intensität gibt die Anzahl an Parasitenindividuen einer Art auf einem einzelnen infizierten Wirt an (als Bereich), während die mittlere Intensität die durchschnittliche Anzahl an Parasitenindividuen einer Art der befallenen Fische angibt (als Zahl ohne Einheit).

$$mI = mI_i/mI_\Sigma$$

mI_i = Summe sämtlicher Parasiten einer Art i
mI_Σ = Summe sämtlicher mit der Parasitenart i infizierten Wirte

Mittlere Abundanz (mA): Die mittlere Abundanz ist die Gesamtsumme der Individuen einer Parasitenart dividiert durch die Summe sämtlicher untersuchten Wirtstiere (infizierte und nicht infizierte). Die Angabe erfolgt ohne Einheit.

$$mA = mA_i/mA_\Sigma$$

mA_i = Gesamtsumme der Individuen einer Parasitenart
mA_Σ = Summe sämtlicher untersuchten Wirtstiere

Relative Häufigkeit (p_i [%]): Es wurde desweiteren für jede Parasitenart die relative Häufigkeit im Bezug auf die Gesamtindividuenzahl sämtlicher Parasitenarten ausgerechnet. Diese wird in Prozent angegeben.

$$p_i = n_i/N \times 100$$

n_i = Individuenzahl der Parasitenart i
N = Gesamtindividuenzahl sämtlicher Arten innerhalb der jeweiligen Fischpopulation

Konditionsfaktor (K): Dieser Faktor bezieht sich auf die Wirtstiere, wobei eine Relation zwischen der Totallänge (TL in cm) und dem Frischgewicht (FG in g) eines Fisches hergestellt wird. Der Konditionsfaktor gibt Aufschluss über die Fitness eines Fisches. Nimmt dieser einen hohen Wert an, so befindet sich der Fisch in einer guten Kondition. Für eine gesunde Bachforelle wird ein Richtwert von 1 angegeben. Da der Gesundheitszustand eines Fisches in unmittelbarem Zusammenhang mit seiner Umwelt steht, gibt der Konditionsfaktor zusätzlich Aufschluss über den

Ernährungszustand eines Fisches (Schäperclaus et al. 1990). Der Mittelwert sämtlicher Konditionsfaktoren der Individuen einer Fischart in einer Probennahme gibt einen mittleren Konditionsfaktor für die jeweilige Art an.

$K = FG/TL^3 \times 100$

FG = Frischgewicht pro Individuum
TL = Totallänge pro Individuum

Berechnungsvoraussetzungen: Um den Konditionsfaktor berechnen zu können müssen sowohl die Totallänge als auch das Frischgewicht protokolliert werden.

Hepatosomatischer Index (HSI): Dieser Index bezieht sich auf die Wirtstiere und wird als Indikator für die Wirkung von Schadstoffen herangezogen, welche eine Vergrößerung der Leber bewirken und somit den HSI verändern. Der Mittelwert sämtlicher Werte für den HSI der Individuen einer Fischart innerhalb einer Probennahme gibt einen mittleren HSI für die jeweilige Art an dem jeweiligen Standort an. Er wird als makroskopisches Zeichen für den Stresszustand eines Organismus gewertet. Je größer der Wert, desto mehr Enzyme sind in der Leber aktiv (Munkittrik et al. 1994).

$HSI = LG/FG \times 100$

LG = Lebergewicht pro Individuum
FG = Frischgewicht pro Individuum

Berechnungsvoraussetzungen: Für diese Berechnungen müssen pro Fischindividuum das Lebergewicht und das Frischgewicht bekannt sein.

3.6.1 Verwendete Parameter zur Bioindikation

Neben dem Diversitätsindex nach Shannon-Wiener (berechnet nach Palm und Rückert 2009) und dem Dominanzindex Evenness wurden weitere ökologische Parameter herangezogen. Diese folgen u.a. den Beschreibungen und Definitionen von Hobohm (2000), Kratochwil und Schwabe (2001) und Washington (1984).

Diversitätsindex nach Shannon-Wiener (H´): Der Diversitätsindex H´ beschreibt die Artenvielfalt in einem Untersuchungsgebiet. Er gibt Aufschluss über die Besiedlungsstruktur. Mit dem Lebensraum wird dabei der jeweilige Fisch und mit der Lebensgemeinschaft die auf dem Wirt vorkommenden Parasiten bezeichnet. Sein Wert kann zwischen 0 und 4,6 rangieren. Existiert nur eine Parasitenart auf dem Wirt, nimmt er den Wert 0 an. Befinden sich hingegen mehrere Parasitenarten auf einem Wirt, so geht der Wert gegen 4,6. Dabei gibt H´ den Diversitätsindex an und p_i den relativen Anteil einer Parasitenart aus der Gesamtheit der gefundenen Parasitenarten.

Berechnet wurde dieser Index in zwei verschiedenen Versionen. Dies geschah um einen Vergleich ziehen zu können, welche Methode sich besser zur Bioindikation eignet. Zunächst wurde der Index mit allen Parasiten (Ekto- und Endoparasiten) außer den Trichodinen berechnet, da diese nicht bei allen Probennahmen untersucht werden konnten **(H´ Total)**. In der zweiten Version wurde der Shannon-Wiener Diversitätsindex nach Palm und Rückert (2009) nur für die Endoparasiten berechnet **(H´ Endo)**. *Trichodina* sp. und Microsporidia sowie unbestimmte Parasitengruppen, bei denen nicht ausgeschlossen werden kann, dass sie verschiedene Arten darstellen könnten, wurden von der Berechnung ausgeschlossen.

$$H' = H_s = -\sum_{i=1}^{s} p_i \ln p_i$$

Berechnungsvoraussetzungen: Für den Shannon-Wiener Index ist das Wissen um die Summe der Abundanzen jeder einzelnen Parasitenart und die Gesamtsumme sämtlicher Parasitenindividuen einer Probennahme nötig. Berechnet wurde der Shannon-Wiener Index mit Hilfe des Excel Programms durch spaltenweise Auflistung sämtlicher untersuchter Fische und zeilenweise der gefundenen Parasitenarten mit den Abundanzen pro Probennahme. So ist es möglich, nach Fertigstellung der Untersuchung die Summen der Abundanzen jeder Parasitenart (n_i) und darunter der Gesamtsumme (N) automatisch in Excel einzustellen. Im nächsten Schritt wurde der Anteil der Anzahl (Summe) jeder Parasitenart an der Gesamtanzahl (Summe) berechnet ($p_i = n_i/N$ siehe Berechnung der relativen Häufigkeit). Dann wurde der Logarithmus von p_i berechnet (auch wieder für sämtliche zuvor erhaltenen p_i). Danach folgte eine Spalte der Berechnung von pi*ln p_i. Zum Schluss wurde die Anzahl (Summe) der errechneten p_i*ln p_i angegeben. Das Resultat mit positivem Vorzeichen ist der H´ Diversitätsindex nach Shannon-Wiener.

Simpson Index (D): Dieser Index gibt die Wahrscheinlichkeit an mit der ein zweites Individuum einer gleichen Art angehört. Der Simpson Index und die Diversität sind miteinander negativ korreliert, so dass man entweder die reziproke 1/D oder die komplementäre Form 1-D angibt. Je höher dieser Wert ist, umso höher ist die Biodiversität. Die Trichodinen wurden in diese Berechnung nicht miteinbezogen.

$$D = 1/\sum_{i=1}^{s} (n_i/N)^2$$

s = Gesamtartenzahl innerhalb des Untersuchungshabitats
N = Gesamtindividuenzahl innerhalb des Untersuchungshabitats (ausgenommen Trichodinen)
n_i = Individuenzahl der Art i

Berechnungsvoraussetzungen: Wie beim Shannon-Wiener Diversitätsindex ist das Wissen um die Summe der Abundanzen jeder einzelnen Parasitenart und die Gesamtsumme sämtlicher Parasitenindividuen einer Probennahme nötig.

Dominanzindex (E): Dieser Wert gibt Informationen über die Individuenzahl der Parasitenarten und die Häufigkeit ihres Vorkommens an. Der Dominanzindex wird in Analysen von Lebensgemeinschaften berechnet, da im Diversitätsindex große Schwankungen in der Individuenzahl der vorkommenden Arten nicht berücksichtigt werden. Die Werte des Dominanzindex liegen zwischen 0 und 1. Nähert sich der Index gegen 0, dominieren eine oder wenige Arten in ihrer Individuenzahl. Geht er dagegen eher gegen 1, ähneln sich die einzelnen Arten hinsichtlich ihrer Individuenzahl. Dabei steht E für Dominanzindex, H` für den Diversitätsindex und S für die Artenzahl der Parasiten in der Probe.

Der Dominanzindex (Evenness) berechnet sich aus dem Diversitätsindex nach Shannon-Wiener und wurde, wie der Shannon-Wiener Diversitätsindex in zwei Versionen ausgeführt. Zunächst mit sämtlichen Ekto- und Endoparasiten **(E Total)** und nur mit den Endoparasiten **(E Endo)**.

$$E = H_S/\ln S$$

Berechnungsvoraussetzungen: Dieser Index steht im Zusammenhang mit dem zuvor berechneten Shannon-Wiener Index und schließt sich an diesen an, wobei dessen Ergebnis dividiert wird durch den Logarithmus der vorhandenen Artenanzahlen der Parasiten innerhalb der Probennahme.

Berger-Parker Index (BP): Der Berger-Parker Index charakterisiert den Dominanzgrad einer Parasitenart mit der am höchsten vorkommenden Individuenzahl bezogen auf die absolute Individuenzahl sämtlicher Parasitenarten in dieser Wirtspopulation.

$$BP = N_{max}/N$$

N_{max} = Anzahl der Individuen der dominanten Art
N = Gesamtindividuenzahl innerhalb des Untersuchungshabitats (ausgenommen Trichodinen)

Berechnungsvoraussetzungen: Um diesen Index berechnen zu können muss man die Summen der Abundanzen jeder einzelnen Parasitenart und die Gesamtsumme sämtlicher Parasitenindividuen einer Probennahme kennen.

Ekto-/Endoparasiten Verhältnis (E/E Ratio (R)): Die allgemeinen Umweltbedingungen der freilebenden und gehälterten Fische lassen sich durch den Biodiversitätskoeffizienten aus Ekto- und Endoparasiten beschreiben. Unter natürlichen Bedingungen kann sich ein Fisch die höchstmögliche Parasitenlast aufladen. Diese besteht zu einem Großteil aus Endoparasiten und zu einem geringeren Anteil aus Ektoparasiten. Es ist bekannt, dass einige Ektoparasitenarten vermehrt in verschmutzten Gebieten auftreten, wohingegen die Anzahl der Endoparasitenarten abnimmt (Diamant et al. 1999, Dzikowski et al. 2003, Hechinger et al. 2007, Hudson et al. 2006, MacKenzie et al. 1995, Marcogliese 2003, 2005). Je kleiner der Koeffizient ist, umso natürlicher sind die Umweltbedingungen der Fische. Gerechnet wird hierbei die Anzahl der Ektoparasitenarten dividiert durch die Anzahl der

Endoparasitenarten. Trichodine Ciliaten (Ektoparasiten) werden entweder als anwesend oder abwesend bewertet. Artgruppen wie z.B. Nematoda indet., welche nicht genauer zugeordnet und eventuell bereits gezählte Taxa repräsentieren könnten, werden von den Kalkulationen ausgeschlossen (Palm und Rückert 2009, Rückert et al. 2009a).

R = Ektoparasiten/Endoparasiten

Berechnungsvoraussetzungen: Das Wissen um die Unterscheidung, ob es sich um einen Ekto- oder Endoparasiten handelt ist für diese Berechnung nötig.

Jaccard Index (IS_j) und Sörensen Index (IS_s): Die beiden Ähnlichkeitsindizes, der Jaccard Index (IS_j) und der Sörensen Index (IS_s), werden herangezogen, um faunistische Ähnlichkeiten verschiedener Wirtspopulationen miteinander zu vergleichen. Hierbei handelt es sich um ein rein qualitatives Vergleichsmaß für Artenzahlen. Die Individuenzahlen und die Trichodinen werden nicht berücksichtigt. Ein Wert von 1 bedeutet absolute Übereinstimmung.

Der Sörensen Index berücksichtigt die Gemeinsamkeiten (d.h. die in beiden Populationen vorkommende Arten) stärker als der Jaccard Index (Hobohm 2000).

Jaccard Index (IS_j): $IS_j = S_{I+II}/S_I+S_{II}+S_{I+II}$

Sörensen Index (IS_s): $IS_s = 2 \times S_{I+II}/2 \times S_{I+II}+S_I+S_{II}$

S_{I+II} = Zahl derjenigen Parasitenarten, die gemeinsam in der Wirtspopulation I und II vorkommen
S_I = Zahl derjenigen Parasitenarten, die in Wirtspopulation I und nicht in Wirtspopulation II vorkommen
S_{II} = Zahl derjenigen Parasitenarten, die in Wirtspopulation II und nicht in Wirtspopulation I vorkommen

Berechnungsvoraussetzungen: Für die Berechnung dieser beiden Indizes benötigt man eine Übersichtstabelle sämtlicher zu vergleichender Probennahmen aus der ersichtlich wird, wo die jeweilige Parasitenart vorkommt.

Aggregations Index (AI): Die Parasitenverteilung stellt sich eher ungleichmäßig als gleichmäßig innerhalb einer Wirtspopulation dar. Es sind einige wenige Wirte stark befallen gegenüber vielen uninfizierten Wirten (die Parasiten kommen aggregiert vor). Als Maß dessen ist der Aggregations Index (AI) zu berechnen. Dieser Index gibt dabei die Varianz zur mittleren Abundanz wieder. Bei Werten größer 1 spricht man von Aggregation. Je größer der Wert, desto stärker ist die Häufung der Parasitenarten.

$AI = s^2/mA$

s^2 = Varianz des Befalls mit der jeweiligen Parasitenart in einer Wirtspopulation
mA = mittlere Abundanz der gleichen Parasitenart in der gleichen Wirtspopulation

Berechnungsvoraussetzungen: Für die Berechnung des Aggregations Index ist die Berechnung der mittleren Abundanz Vorraussetzung (siehe oben) sowie Kenntniss über sämtliche Parasitenabundanzdaten innerhalb einer Probennahme.

Trichodinenbefall (in P %): Die Berechnungen des Trichodinenbefalls in P % folgt den in Kapitel 3.6 beschriebenen Prävalenzberechnungen. Die Bedeutung als Bioindikator folgt Palm und Dobberstein (1999), Palm (2010) und Palm und Rückert (2009).

Eine Diskussion und zusammenfassende Bewertung der genutzten Parameter zu deren Bioindikatorfunktion ist in Kapitel 5.4 und Tabelle 34 angegeben.

3.7 Auswertungsverfahren

3.7.1 Statistische Analysen

Für die Datenaufbereitung der „Lagebeschreibung“ und „Verteilung“ einer Stichprobe und um diese vergleichen zu können, wurden folgende Kennwerte herangezogen:

Arithmetrisches Mittel ($\bar{x}$): $$\bar{x}_{\mathbf{arithm}} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i = \frac{x_1 + x_2 + \cdots + x_n}{n}$$

Standardfehler (Stderr): $$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}.$$

n: Anzahl der Messwerte/Stichprobengröße
x_i: Einzelner Messwert
σ^2: Varianz der Grundgesamtheit
σ: Standardabweichung

Die gesammelten Daten wurden in Excel Tabellen eingegeben. Für die Durchführung statistischer Analysen wurden die Programme Statistica (Version 9 von StatSoft, Inc.) und Primer (Version 6.1.11) für Windows von Primer-E Ltd. verwendet.

Zur Vorbereitung auf Durchführung statistischer Tests wurden die erhobenen Daten mit dem **Shapiro Wilke's W Test** auf Normalverteilung getestet. Im Falle einer bestehenden Normalverteilung ($p>0,05$) folgten parametrische Tests. Lag hingegen keine Normalverteilung vor, wurden nicht parametrische Tests eingesetzt. In den meisten Fällen wurden nur jene Parasitenarten in die Analysen miteinbezogen, die mit zehn oder mehr Individuen vertreten waren. Dies wird entsprechend in den Beschreibungen zu den jeweiligen Analysen angegeben.

Es wurde mit folgenden Tests getestet:

Univariate statistische Methoden
t-Test, Anova, Trendtest nach Neumann, Kontingenztafeln, χ^2-Test

Im Falle des **Trendtest nach Neumann** werden Werte einer Stichprobe, die im zeitlichen oder örtlichen Verlauf zueinanderstehen (mindestens n = 4), auf einen Trend getestet, wobei die Nullhypothese lautet: Ein Trend ist nicht erkennbar. Dieser Test kann die Hypothese widerlegen, aber nicht beweisen. Als untere Signifikanzgrenze wurde eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % und 1 % (entspricht einem p-Wert von ≤ 0,05 und ≤ 0,01) angesetzt. Es gilt: ist pv<cv, liegt ein Trend vor.

Multivariate statistische Methoden: Bei diesen Methoden werden Datenpunkte auf der Basis der Artenzusammensetzung in einem Koordinatensystem dargestellt. Das Ziel hierbei ist es, den multidimensionalen Raum ohne Informationsverlust auf nur wenige Dimensionen zu reduzieren. Damit können Ähnlichkeiten in einem Diagramm dargestellt werden. In diesem Diagramm gibt die Distanz zwischen den Datenpunkten die Unähnlichkeit der Artzusammensetzung an. Je weiter die Datenpunkte voneinander entfernt angeordnet werden, desto unähnlicher sind sie sich. Die Durchführung multivariater statistischer Methoden erfolgt in zwei Schritten: Zunächst wird eine Ähnlichkeitsmatrix unter Verwendung eines Ähnlichkeitsindex berechnet. In der vorliegenden Arbeit wurde der Bray-Curtis Index mit transformierten (fourth root = vierte Wurzel = √√) Daten verwendet. Auf diese Weise tragen alle Arten zur Definition der Ähnlichkeit bei, wobei häufig auftretenden Arten eine höhere Gewichtung gegeben wird als selteneren Arten. Danach werden die Dimensionen dieser Matrix reduziert. Dies geschieht in Abhängigkeit von der gewählten Methode. In der vorliegenden Arbeit wurden die folgenden Methoden herangezogen und mit Hilfe des Primer Programmes (Version 6.1.11) ausgewertet:

Cluster-Analyse: Diese Analyse basiert auf der Ähnlichkeitsmatrix, um Gruppierungen von Proben zu finden, wobei sich Proben innerhalb einer Gruppierung ähnlicher sind als zwischen den Gruppen. In der vorliegenden Arbeit wurde die Methode der durchschnittlichen Gruppierungsverknüpfung (group average) angewendet. Dargestellt wird die daraus resultierende Gruppierung in einem Dendrogramm.

Multidimensionale Skalierung (MDS Plots): Bei dieser Methode werden Abundanzdaten transformiert (fourth root = vierte Wurzel = √√), um auf diesem Weg den Einfluß von hoch abundanten Arten herabzusetzen, bevor der Bray-Curtis Index angewendet wird. Je näher die Datenpunkte zusammenliegen, desto ähnlicher ist ihre Artzusammensetzung. Die Qualität des Diagramms hängt vom Informationsverlust während der Berechnung ab. Sie wird dargestellt durch den Stress-Wert. Werte bis 0,2 bedeuten eine weitgehend realistische Darstellung, Werte darüberhinaus indizieren eine geringe Verlässlichkeit des Diagramms (Wert < 0,05 die Darstellung ist exzellent, Wert < 0,2 die Darstellung ist gut und bei Werten > 0,2 sind die Abstände im Diagramm nicht vertrauenswürdig). Um die Daten räumlich besser darstellen zu können, wurden unparasitierte Fische (Ausreißer im Diagramm) von den Berechnungen ausgeschlossen.

ANOSIM: Diese statistische Methode (PRIMER) wurde angewendet, um Effekte der Variabilität der Gemeinschaftszusammensetzung der jeweiligen Probennahmen zu analysieren. Es handelt sich hierbei um einen Signifikanz-Test, der auf Permutationen basiert. Hierzu wurde nach der zuvor erwähnten Bray-Curtis Transformation der Abundanzdaten anhand der erhaltenen Ähnlichkeitsmatrix eine einfaktorielle ANOSIM separat für die Faktoren mit der maximalen Zahl von 999 Permutationen durchgeführt. Der R-Wert gibt hierbei die Unterschiede zwischen bzw. innerhalb der angegebenen Werte an, wobei 0 keinen und 1 einen großen Unterschied bedeuten. Insgesamt kann der R-Wert zwischen -1,0 bis +1,0 rangieren, wobei -1 Werte indizieren, dass gleiche Datenpunkte außerhalb der Gruppe liegen, wohingegen sie bei +1 Werten innerhalb der Gruppe lokalisiert sind. Für die angegebenen Signifikanzwerte gilt, dass Werte bis 5 % innerhalb des Vertrauensbereiches liegen (demnach signifikant sind).

SIMPER: Die SIMPER Analyse (mit PRIMER) wurde nach der Transformation angewandt, um den Beitrag jeder vorkommenden Parasitenart zur durchschnittlichen Bray-Curtis Ähnlichkeitsmatrix in % zu bestimmen. Diese Analysemethode gibt an, welche Arten für vorkommende Unterschiede verantwortlich sind. Das „cut-off-Level„ liegt bei 90 %. Cluster-Analysen, MDS Plots, ANOSIM und SIMPER wurden in der vorliegenden Arbeit zusammen angewendet. Die Daten der ANOSIM und SIMPER Analyse sind im Anhang aufgelistet.

3.7.2 Visuelle Integration (Stargraph)

Die visuelle Integration der errechneten Parameter erfolgt modifiziert nach dem von Palm und Rückert (2009) beschriebenen System für die drei Parameter: Trichodinenprävalenz, Ekto-/ Endoparasiten Verhältnis und Endoparasitendiversität nach Shannon-Wiener (siehe 3.6 und 3.6.1). Des Weiteren wurden unter Zuhilfenahme dieses Systems verschiedene Parameter auf ihre Tauglichkeit als Bioindikatoren getestet (Kapitel 3.6.1). Dazu wurden die im Feld erhobenen Daten auf einer Skala eingetragen, welche die positiven bzw. negativen Werte darstellt. Mitunter wurden Prävalenzdaten einzelner Endoparasitenarten, wie z.B. *Scolex pleuronectis*, welcher sich bereits als Bioindikator bewährt hat (Lafferty et al. 2008), in dieses System integriert. Die Skala der genutzten Prävalenzdaten reicht von 0 bis 100 % Befall. Welche Parameter exakt getestet wurden, sind dem jeweiligen Stargraphen zu entnehmen. Da die verschiedenen Parameter in erster Linie getestet werden sollten, wurden innerhalb der Fischarten je Probennahme verschiedene Analysen (bis zu drei Versionen) mit verschiedenen Parametern einzeln dargestellt. Innerhalb der jeweiligen Fischart und Probennahme sind diese Versionen immer mit derselben Nummerierung angegeben. Bei den Vergleichsprobennahmen konnte an manchen Stellen nur eine Version berechnet werden, die vergleichbar mit der ersten Version derselben Fischart der vorliegenden Arbeit ist. In manchen Stargraphen sind bestimmte Parameter verblasst gekennzeichnet. Dies bedeutet, dass entweder diese Untersuchung oder Berechnung nicht gemacht werden konnte, oder dass der Parasit in diesem Gebiet

aufgrund seiner zoogeographischen Verbreitung nicht vorkommt. Im Anschluß an diese Einzeldarstellung der verschiedenen Versionen pro Probennahme werden nach Aussage über Regionalität und Annualität einige ausgewählte Probennahmen (jeweils die erste Version der Einzeldarstellung) in einem Stargraphen zusammengeführt, um Unterschiede direkt sichtbar zu machen (Kapitel 4.7.5, 4.7.6).

Werte, welche weit von den natürlichen Umwelt-Verhältnissen abweichen, sind zum Zentrum (negativ) des Stargraphen orientiert. Naturgemäße Werte dagegen zum Rand (positiv) des Graphen. Anlehnend an die Definition von Palm (2010), werden die in der vorliegenden Arbeit berechneten ökologischen Parameter (Shannon-Wiener- und Simpson Diversitätsindex, Evenness- und Berger-Parker Dominanzindex, Ekto-/Endoparasiten Verhältnis und Hepatosomatischer Index) als „Ökosystemindikatoren“ bezeichnet (obere Hemisphäre der Stargraphen) und die genutzten Prävalenzdaten einzelner Parasitenarten als „Effektindikatoren“ (untere Hemisphäre der Stargraphen). Eine Diskussion der Parameter erfolgt in Kapitel 5 (Kapitel 5.4). Eine Zusammenfassung ist in Kapitel 5.6 in Tabelle 34 gegeben.

3.8 Molekulargenetische Untersuchungen

3.8.1 Material

Für die Bestimmung der anisakiden Nematoda wurden molekulargenetische Methoden genutzt.

Nematodamaterial: Für die DNA-Analysen standen Nematodalarven (L_3) von *Anisakis* sp. unterschiedlicher geographischer Herkunft zur Verfügung (Tab. 8). Die Nematoda wurden nach der Isolation aus dem Wirt (*Epinephelus areolatus*) von allen Geweberesten befreit und vor der Aufbewahrung in 100 % Ethanol in physiologischer NaCl-Lösung gesäubert.

Chemikalien: Alle verwendeten Reagenzien wurden, wenn nicht anders angegeben, in höchstmöglichem Reinheitsgrad vom Hersteller Peqlab GmbH (Erlangen) bezogen.

Gelelektrophorese: Zur Herstellung von Elektrophoresegelen wurde Agarose der Firma Cambrex Bio Science (Rockland, ME, USA) verwendet.

Nucleotide: Die für die PCR benötigten Nucleotide wurden in Form eines Kits der Firma Peqlab GmbH (Erlangen) bezogen.

DNA-Oligonucleotide (Primer): Der vorwärts gerichtete Primer TK1 wurde von Kuhn (2010) entworfen. Synthetisiert wurden diese von der Firma Eurofins MWG Synthesis (Ebersberg). Die Sequenz des rückwärts gerichteten Primers NC2 zur spezifischen Amplifizierung der ITS1-, 5,8S und ITS2-Region wurde früheren Untersuchungen entnommen (Shih 2004, Zhu et al. 1998, 2000a, b). Die Sequenzen der verwendeten Primer lauten:

TK1: 5'-GGC AAA AGT CGT AAC AAG CT-3'
NC2: 5'-TTA GTT TCT TTT CCT CCG GT-3'

DNA-Längenstandard: Für die amplifizierten DNA-Fragmente wurde ein Längenstandard (100 Basenpaarleiter) der Firma peqGOLD (Erlangen) verwendet.

Polymerase: Die Amplifizierungsreaktion in der PCR wurde mit dem peqGold PCR HotStart Mix der Firma Peqlap (Erlangen) in einer Konzentration von 2,5 units/µl durchgeführt.

Verwendete Geräte: Zentrifugiert wurde mit der Tischzentrifuge Perfect Spin24, Peqlab Biotechnologie GmbH, Erlangen. Für sämtliche Schritte im Wärme-Schüttelbad wurde der Thermo-Shaker TS-100, Peqlab Biotechnologie GmbH, Erlangen, genutzt. Für die Fraktionierung der DNA stand die Elektrophorese-Kammer 40-0911, Peqlab Biotechnologie GmbH (Erlangen), in Kombination mit der Elektrophoresis Power Supply EV243, Peqlab Biotechnologie GmbH (Erlangen), zur Verfügung. Die PCR wurde mit dem Thermocycler Advanced Primus 96, Peqlab Biotechnologie GmbH, Erlangen, durchgeführt. Um die aufgereinigten PCR-Produkte auf das richtige Volumenverhältnis einzustellen, stand ein Fotometer (GeneQuant) von Pharmacia zur DNA-Konzentrationsmessung und ein Speed Vac® SPD111V-Gerät für die Volumeneinstellung zur Verfügung.

Verwendete Literatur: D'Amelio et al. 2000, Gasser et al. 1993, Marques et al. 2006, Mattiucci et al. 1997, Nadler und Hudspeth 2000, Orecchia und Bullini 1997**,** Orecchia et al. 1986, Shih 2004, Thompson et al. 1994, Zhu et al. 1998, 2000a, b.

Tabelle 8: Übersicht über das verwendete Nematodamaterial isoliert aus *Epinephelus areolatus*. Angegeben sind die Proben-Spur Nr. (siehe Agarosegelbild in Abb. 34), das Untersuchungsgebiet, der Sitz im Wirt und der Nematoda. SA: Segara Anakan.

Fischart	Nr.	Gebiet	Sitz	Nematoda
Epinephelus areolatus	1	SA4	Gonaden	*Anisakis* sp.
	3	SA4	Darm, Magenwand	*Anisakis* sp.
	5	SA4	Darm, Magenwand	*Anisakis* sp.
	6	SA4	Darm, Magenwand	*Anisakis* sp.
	7	SA4	Leber	*Anisakis* sp.
	9	Bali	Gonaden	*Anisakis* sp.
	10	Bali	Darm	*Anisakis* sp.
	11	Bali	Darm	*Anisakis* sp.
	13	Bali	Darm, Leibeshöhle	*Anisakis* sp.
	14	Bali	Darm, Leibeshöhle	*Anisakis* sp.

3.8.2 Molekulargenetische Methoden

DNA-Isolierung: Die DNA-Isolierung wurde mit dem peqGold MicroSpin Tissue DNA Kit von Peqlab GmbH (Erlangen) durchgeführt. Die dem Alkohol entnommenen Nematoda wurden, je nach Größe, mit einer Schere zerkleinert und in ein Eppendorf-Gefäß überführt, in welches jeweils 200 µl des TL-Puffers vorgelegt worden sind. Hierzu wurden 25 µl OB™ Protease gegeben und das Gemisch wurde anschließend bei einer Inkubationszeit ≥ 3 Stunden in ein Thermo-Schüttelbad bei 55°C gestellt. Diese Reaktion wurde nach der Inkubation durch Zufügen von 220 µl BL-Puffer und anschließendes Erwärmen in einem Thermo-Schüttelbad bei 70°C für 10 Minuten gestoppt. Des Weiteren wurden 220 µl Ethanol (absolut) hinzugefügt und im Vortex gemischt. Die Probe wurde danach in einer HiBind®-MicroSpin-DNA-Säule bei 8.000 U/min für 1 Minute herunterzentrifugiert, um die DNA vollständig zu binden. Das Sammeltube inklusive Durchfluss konnte verworfen werden.

Zum Waschen wurde die Probe (bis zu 650 µl des Ansatzes) in eine neue HiBind®-MicroSpin-DNA-Säule überführt, welche zuvor in ein 2 ml Sammeltube eingesetzt und abzentrifugiert wurde (1 min bei 8.000 U/min). Dieser Schritt wurde zweimal unter Zugabe von 500 µl HB-Puffer wiederholt und der Durchfluss verworfen. Nach den beiden Waschschritten wurden die Proben getrocknet, indem die Zentrifugensäule in das geleerte 2 ml Sammeltube eingesetzt und bei maximaler Geschwindigkeit (10.000 U/min) für 3 Minuten zentrifugiert wurde. Als letzter Schritt wurde die Zentrifugensäule in ein neues 1,5 ml Sammeltube eingesetzt und mit 40 µl auf 70°C vorgewärmtem Elutionspuffer eluiert, welcher direkt auf die Säulenmatrix pipettiert wurde. Die Säule wurde für 3 Minuten inkubiert und anschließend für 1 Minute bei 10.000 U/min zentrifugiert. Dieser Schritt wurde ein weiteres Mal wiederholt, ohne den Durchfluss zu verwerfen. Das gewonnene Eluat konnte bei -20°C eingefroren oder direkt weiterverarbeitet werden.

DNA-Reinheits- und Konzentrationsbestimmung: Vor der eigentlichen PCR-Reaktion wurde die Reinheit und Konzentration der zuvor isolierten DNA mit Hilfe eines Photometers bestimmt. Dazu sollte die DNA-Menge ≤ 1 µl/Reaktion betragen. Hierzu wurden 80 µl der isolierten Probe in eine Küvette eingesetzt und gegen eine Referenzprobe gemessen, welche den zuletzt verwendeten Puffer enthielt, in dem die Probe aufbewahrt wurde. Für die DNA erfolgte die Messung bei 260 nm, für die Proteine bei 280 nm. Der Quotient der Absorbtion bei 260 und 280 nm sollte nicht unter 1 liegen, optimal sind Werte über 1,8. Die Menge an extrahierter DNA wurde anhand folgender Formel ermittelt:

$$1 \text{ Optische Dichte}_{260} \text{ entspricht } 50 \text{ µg doppelsträngiger DNA}$$

Polymeraseketterreaktion (PCR): In der PCR wird mit Hilfe spezifischer Primer und einer hitzestabilen Taq-Polymerase eine gewünschte Sequenz des Templates (DNA-Matrize) selektiv und exponentiell amplifiziert. Die Vervielfältigungsrate kann unter optimalen Bedingungen den Faktor 10^6 erreichen. Die Länge der Zielsequenz ist durch die Entfernung der beiden Primer-Stellen festgelegt.

Da die Replikation eine Fehlerrate von etwa 2 x 10^{-4} aufweist, ist die Empfindlichkeit der Methode bei der Untersuchung einzelner Sequenzen eingeschränkt. Man erhält eine zu erwartende Amplifikationsrate von ca. 10^5. Die PCR-Reaktion basiert auf drei einzelnen Teilschritten, welche sich in mehreren Zyklen bei bestimmten Temperaturen wiederholen.

- **Denaturierung:** Die DNA-Doppelstränge werden zu Beginn eines jeden Zyklus aufgetrennt.
- **Annealing:** Die Primer hybridisieren in dieser Phase mit dem Template.
- **Polymerisation:** Synthese neuer Einzelstränge durch die Taq-Polymerase.

Ein PCR-Ansatz (50 µl) setzt sich aus folgenden Reagenzien zusammen:

25 µl Master-Mix (enthält dNTP, $MgCl_2$, Puffer und Taq-Polymerase)
3 µl reverse Primer
3 µl sense Primer
14 µl Wasser
5 µl Template (Probe)

Um mögliche Kontaminationen auszuschließen, wurde jeweils eine Nullprobe (Kontrolle) ohne Zugabe von DNA eingesetzt. Die Reaktionsansätze wurden in einem Thermocycler inkubiert. Für die Reaktion wurden 40 Wiederholungen (Zyklen) eingestellt. Die Bedingungen des Reaktionsablaufes wurden wie folgt festgelegt:

95°C für 15 min	Denaturierung
94°C für 1 min	Denaturierung
55°C für 1 min	Annealing
72°C für 1 min	Elongation
72°C für 5 min	Elongation

Mit Beendigung des letzten Elongationsschrittes kühlte der Termocycler den Ansatz auf 4°C herab, um die Reaktion zu stoppen. Die PCR wurde mit dem peqGold PCR HotStart Mix der Firma Peqlap (Erlangen) durchgeführt.

Qualitativer Nachweis der PCR-Produkte: Nach Beendigung der PCR wurde zur Überprüfung des Ergebnisses eine Agarosegelelektrophorese durchgeführt. Dazu wurden nach Standardmethoden 1 %-ige Agarosegele hergestellt (0,6 g Agarose in 60 ml 1 x TAE-Puffer). Den Gelen wurde jeweils 1 µl Ethidiumbromid-Lösung hinzugefügt, wobei es sich um einen in der DNA interkalierenden Farbstoff handelt, der durch UV-Licht sichtbar gemacht werden kann. Auf diese Weise wird das Bandenmuster auf dem Gel optisch dargestellt. Eine Menge von 10 µl eines jeden, zu überprüfenden PCR-Produktes mit 2 µl des Ladepuffers, wurde in jeweils einen Slot pipettiert und die Gelelektrophorese bei 80 V für ca. 75 Minuten laufen gelassen. Als Laufpuffer wurde 1 x TAE verwendet. Zur abschließenden Überprüfung der jeweiligen DNA-Fragmentgrößen wurde ein

zusätzlicher DNA-Längenstandard eingesetzt. Nicht benötigte PCR-Produkte wurden bei -20°C eingelagert. Die Nullprobe wurde als Kontrolle bei jedem Gel mit eingesetzt.

Aufreinigung der PCR-Produkte (Purifikation): Die Aufreinigung erfolgte mit dem peqGold MicroSpin Cycle Pure Kit von Peqlab (Biotechnologie GmbH). Jeweils 45 µl des PCR-Reaktionsansatzes wurden mit 445 µl CP-Puffer durch vortexen gemischt. Anschließend wurde ein Ansatz inklusive dem Puffer von maximal 700 µl auf eine PerfectBind® Zentrifugensäule geladen und bei 10.000 U/min für zwei Minuten bei Raumtemperatur zentrifugiert und der Säulendurchfluss verworfen. Eluiert wurde die gereinigte DNA in deionisiertem Wasser, indem die Zentrifugensäule in ein neues Sammeltube gesteckt, 45 µl deionisierten Wassers direkt auf die Säulenmatrix pipettiert und eine Minute bei Raumtemperatur inkubiert wurde. Anschließend wurde bei 8.000 U/min für eine Minute zentrifugiert. Dieser Schritt wurde einmal wiederholt, allerdings ohne den Ertrag des ersten Eluats zu verwerfen. Durch diesen zweiten Elutionsschritt kann der Ertrag auf bis zu 80-90 % verbessert werden, wenngleich die Konzentration herabgesetzt wird.

Sequenzierung: Von den aufgereinigten Proben wurde die DNA-Konzentration ermittelt (Kapitel 3.8.2) und auf eine Gesamtkonzentration von 250 ng/µl mit einem Volumen (nach der Einengung) von 5 µl in der Speed Vac® SPD111V eingeengt. Abschließend wurden 2 µl des genutzten Primers (TK1) hinzugefügt und zur Sequenzierung an die Firma Seqlab Göttingen GmbH versendet.

4 Ergebnisse

4.1 Fischereibiologische Parameter

Es wurden insgesamt 325 überwiegend freilebende Zackenbarsche der drei Arten, *Epinephelus coioides* (195), *E. areolatus* (60) und *E. fuscoguttatus* (70) in den Jahren 2008 und 2009 aus indonesischen Küstengewässern parasitologisch untersucht. Zusätzlich wurden 58 *Scatophagus argus* aus dem Segara Anakan Gebiet, innerhalb und außerhalb der Lagune, analysiert. Um eine bessere Vergleichbarkeit der Parasitierung von Fischen verschiedener Standorte und Probennahmen zu gewährleisten, wurden (nach Möglichkeit) Individuen gleicher Größenklassen beprobt. Die folgende Tabelle stellt eine Übersicht über die fischereibiologischen Parameter im regionalen und annuellen Vergleich der verschiedenen Fischarten dar. Dabei werden Habitatzugehörigkeit, Längen und Gewichte jeweils als Mittelwert und Bereich sowie die Geschlechterverteilung innerhalb der jeweiligen Probennahme angegeben (Tab. 9).

Tabelle 9: Übersicht über Habitate, Zeiten, Anzahlen (n), Längen, Gewichte und Geschlechterverteilung der untersuchten Fischarten der jeweiligen Untersuchungsgebiete. TL: Totallänge, FG: Frischgewicht, SG: Schlachtgewicht (angegeben als Mittelwert und Bereich), m: männlich, w: weiblich.

Fischart	Gebiet	Probennahme; Habitat; Zeit	n	TL [cm]	FG [g]	SG [g]	m	w	juvenil
Epinephelus coioides	Segara Anakan (SA) Area 3	I; freilebend; 2007/08	35	29,0 (25,1-38,8)	345,4 (242,0-753,0)	318,3 (204,0-717,0)	–	–	35
E. coioides	Segara Anakan (SA) Area 4	I; freilebend; 2008	30	27,3 (21,5-34,2)	294,2 (140,0-579,0)	273,1 (126,0-544,0)	–	–	30
E. coioides	Bali Kedonganan	I; freilebend; 2008	35	29,7 (23,3-40,2)	355,6 (201,0-746,0)	329,6 (192,0-717,0)	2	3	30
E. coioides	Segara Anakan (SA) Area 3	II; freilebend; 2008/09	35	29,3 (25,1-36,4)	374,3 (284,0-715,0)	343,4 (253,0-643,0)	1	–	34
E. coioides	Segara Anakan (SA) Area 4	II; freilebend; 2008/09	30	27,7 (20,3-40,3)	344,1 (182,0-902,0)	322,9 (168,0-875,0)	1	–	29
E. coioides	Bali Kedonganan	II; freilebend; 2009	30	33,1 (27,3-46,4)	529,0 (340,0-1400,0)	482,1 (330,0-1289,0)	1	1	28
E. areolatus	Segara Anakan (SA) Area 4	I; freilebend; 2009	30	32,4 (27,3-38,1)	460,5 (316,0-740,0)	429,0 (305,9-702,0)	4	26	–
E. areolatus	Bali Kedonganan	I; freilebend; 2009	30	32,9 (31,0-36,0)	428,3 (350,0-573,0)	397,0 (310,0-551,0)	23	7	–
E. fuscoguttatus	Pulau Seribu (PS)	I; Marikultur; 2007/08	35	27,8 (24,5-29,7)	387,6 (283,0-466,0)	336,3 (253,0-412,0)	–	–	35
E. fuscoguttatus	Pulau Seribu (PS)	II; Marikultur; 2008/09	35	26,7 (23,9-28,9)	373,3 (304,0-477,0)	324,5 (262,0-414,0)	–	–	35
Scatophagus argus	Segara Anakan (SA) Area 3	I; freilebend; 2007/08	20	16,6 (13,7-21,7)	165,0 (100,0-321,0)	127,8 (68,0-275,0)	8	12	–
S. argus	Segara Anakan (SA) Area 4	I; freilebend; 2008	18	14,5 (13,3-17,2)	93,5 (52,0-141,0)	80,3 (43,0-121,0)	7	1	10
S. argus	Segara Anakan (SA) Area 3	II; freilebend; 2008/09	20	15,1 (12,0-18,7)	123,2 (93,0-210,0)	106,8 (81,0-188,0)	16	2	2

Konditionsfaktoren und Hepatosomatischer Index: Im Folgenden sind die Werte für die Konditionsfaktoren (K) und den den Hepatosomatischen Index (HSI) graphisch mit Standardfehler dargestellt.

Beim **Konditionsfaktor** der verschiedenen Probennahmen von ***Epinephelus coioides*** bestehen signifikante Unterschiede (ANOVA) im jährlichen Vergleich der selben Gebiete [*E. coioides* der Segara Anakan Area 3 (2007/08) vs. *E. coioides* der Segara Anakan Area 3 (2008/09)

(F = 1,14/p<0,05) und *E. coioides* der Segara Anakan Area 4 (2008) vs. *E. coioides* der Segara Anakan Area 4 (2008/09) (F = 4,28/p<0,001)] (Abb. 8). Ebenfalls signifikant unterschiedlich sind die Werte des Konditionsfaktors untersuchter *E. coioides* im regionalen Vergleich selber Untersuchungsjahre [*E. coioides* der Segara Anakan Area 4 (2008/09) vs. *E. coioides* von Bali (2009) (F = 1,01/p<0,05)] und für die untersuchten *E. coioides* verschiedener Jahre und Gebiete [*E. coioides* der Segara Anakan Area 3 (2007/08) vs. *E. coioides* der Segara Anakan Area 4 (2008/09) (F = 1,70/p<0,001), *E. coioides* der Segara Anakan Area 3 (2008/09) vs. *E. coioides* der Segara Anakan Area 4 (2008) (F = 2.21/p<0,01), *E. coioides* der Segara Anakan Area 3 (2008/09) vs. *E. coioides* von Bali (2008) (F = 1,30/p<0,01) und *E. coioides* der Segara Anakan Area 4 (2008/09) vs. *E. coioides* von Bali (2008) (F = 1,50/p<0,001)]. Auch bei den untersuchten ***E. areolatus*** der beiden Probennahmen konnten signifikante Unterschiede des Konditionsfaktors im regionalen Vergleich festgestellt werden [*E. areolatus* der Segara Anakan Area 4 (2009) vs. *E. areolatus* von Bali (2009) (F = 1,55/p<0,01)]. Die Konditionsfaktoren innerhalb der gehälterten Fische waren signifikant unterschiedlich in beiden Untersuchungsjahren [***E. fuscoguttatus*** von den Tausend Inseln (2007/08) vs. *E. fuscoguttatus* (2008/09) (F = 2,28/p<0,001)] (Abb. 8).

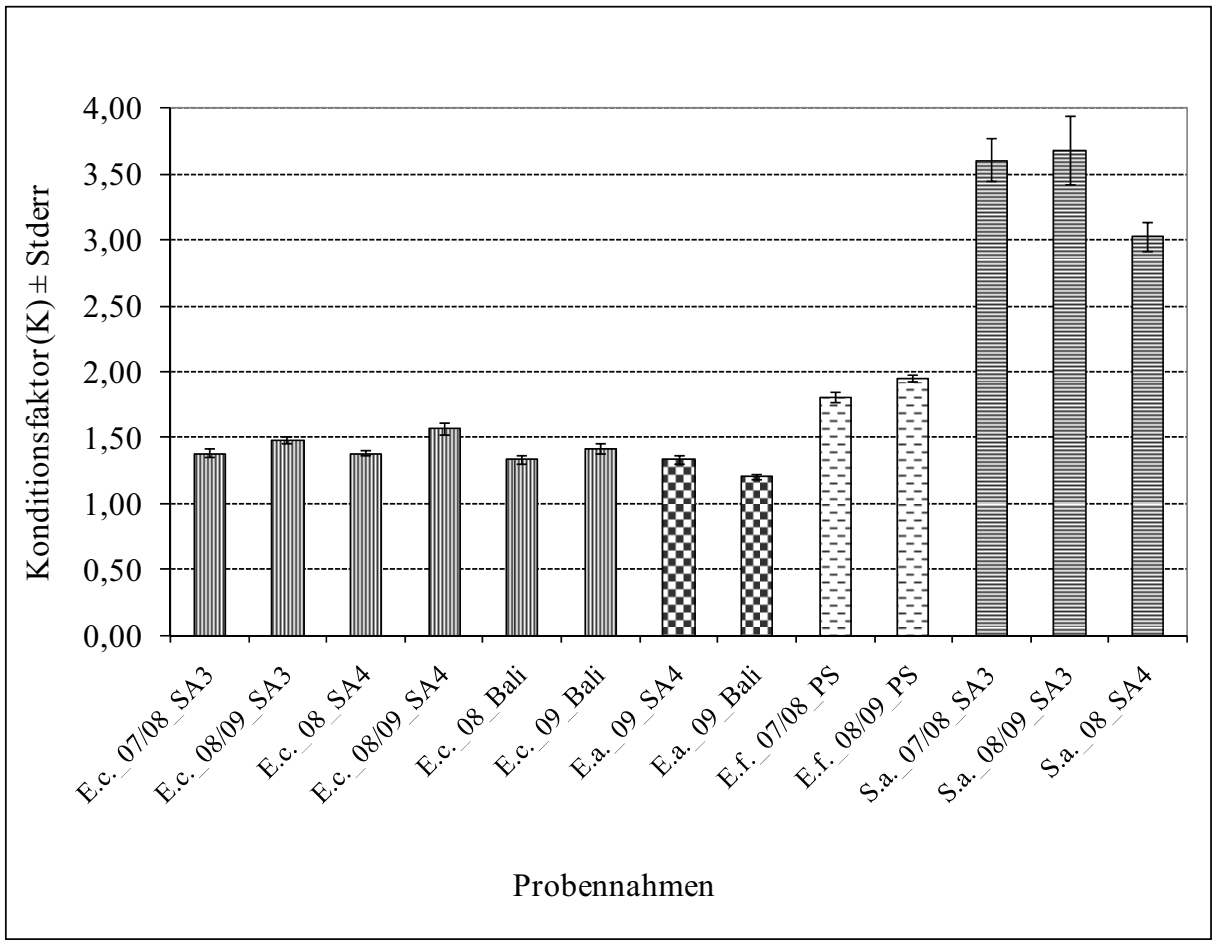


Abbildung 8: Mittelwerte und Standardfehler (Stderr) des Konditionsfaktors (K) sämtlicher Probennahmen. E.c.: *Epinephelus coioides*, E.a.: *E. areolatus*, E.f.: *E. fuscoguttatus*, S.a.: *Scatophagus argus*, SA 3: Segara Anakan Lagune (innerhalb), SA 4: Segara Anakan Lagune (außerhalb), PS: Pulau Seribu (Tausend Inseln).

Bei den untersuchten ***Scatophagus argus*** zeigten sich Signifikanzen nur zwischen den beiden Untersuchungsgebieten beider Untersuchungsjahre [*S. argus* der Segara Anakan Area 3 (2007/08) vs. *S. argus* der Segara Anakan Area 4 (2008) (F = 2,60/p<0,01) und in *S. argus* der Segara Anakan Area 3 (2008/09) vs. *S. argus* der Segara Anakan Area 4 (2008) (F = 6,51/p<0,05)].

Beim **Hepatosomatischen Index** der verschiedenen Probennahmen von ***Epinephelus coioides*** bestehen signifikante Unterschiede (ANOVA) sowohl im Jahresvergleich selber Gebiete [*E. coioides* der Segara Anakan Area 3 (2007/08) vs. *E. coioides* der Segara Anakan Area 3 (2008/09) (F = 3,74/p<0,001) und den *E. coioides* der Segara Anakan Area 4 (2008) vs. *E. coioides* der Segara Anakan Area 4 (2008/09) (F = 1,51/p<0,05)], als auch im regionellen Vergleich selber Jahre [*E. coioides* der Segara Anakan Area 3 (2007/08) vs. *E. coioides* der Segara Anakan Area 4 (2008) (F = 1,80/p<0,001), *E. coioides* der Segara Anakan Area 3 (2008/09) vs. *E. coioides* der Segara Anakan Area 4 (2008/09) (F = 1,38/p<0,001), *E. coioides* der Segara Anakan Area 3 (2008/09) vs. *E. coioides* von Bali (2009) (F = 1,43/p<0,001) und *E. coioides* der Segara Anakan Area 4 (2008) vs. *E. coioides* von Bali (2008) (F = 1,80/p<0,001)] (Abb. 9).

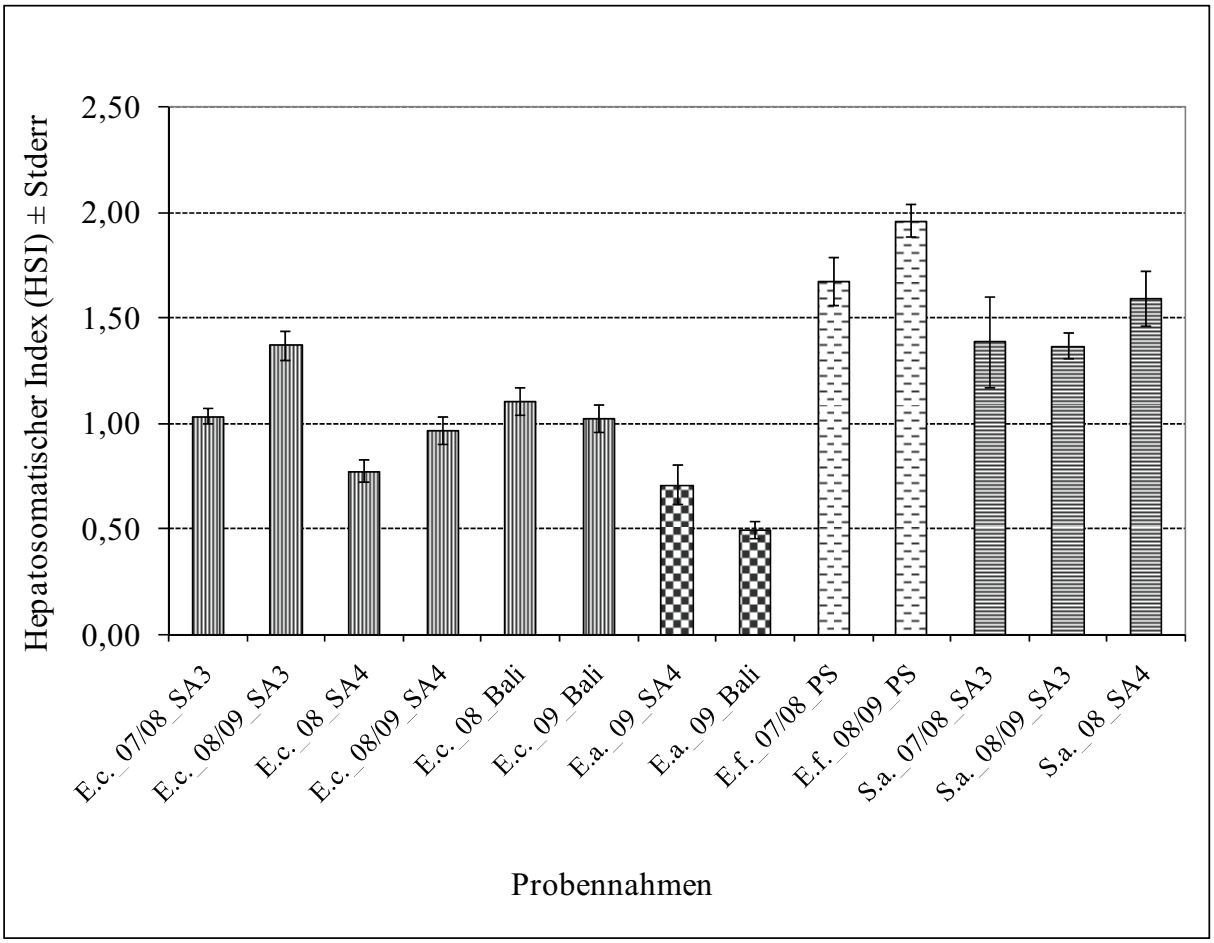


Abbildung 9: Mittelwerte und Standardfehler (Stderr) des Hepatosomatischen Index (HSI) sämtlicher Probennahmen. E.c.: *Epinephelus coioides*, E.a.: *E. areolatus*, E.f.: *E. fuscoguttatus*, S.a.: *Scatophagus argus*, SA 3: Segara Anakan Lagune (innerhalb), SA 4: Segara Anakan Lagune (außerhalb), PS: Pulau Seribu (Tausend Inseln).

Signifikante Unterschiede bestehen ferner zwischen untersuchten *E. coioides* die sich sowohl regional als auch annuell unterschieden [*E. coioides* der Segara Anakan Area 3 (2008/09) vs. *E. coioides* der Segara Anakan Area 4 (2008) ($F = 3{,}74/p<0{,}001$). *E. coioides* der Segara Anakan Area 3 (2008/09) vs. *E. coioides* von Bali (2008) ($F = 1{,}16/p<0{,}001$). *E. coioides* der Segara Anakan Area 4 (2008) vs. *E. coioides* von Bali (2009) ($F = 1{,}46/p<0{,}01$)]. Signifikante Unterschiede konnten ebenfalls beim regionalen Vergleich der untersuchten ***E. areolatus*** festgestellt werden [*E. areolatus* der Segara Anakan Area 4 (2009) vs. *E. areolatus* von Bali (2009) ($F = 5{,}92/p<0{,}05$)]. Auch die Probennahmen der ***E. fuscoguttatus*** von den Tausend Inseln (2007/08) vs. (2008/09) ($F = 2{,}09/p<0{,}05$) unterscheiden sich bezüglich des Hepatosomatischen Index (Abb. 9).

4.2 Dokumentation der nachgewiesenen Fischparasiten

4.2.1 Ciliata

Ordnung: Mobilina, Kahl 1933

Familie: Trichodinidae Raabe, 1963

Aufgrund der Unverfügbarkeit einer UV-Lampe bzw. deren Funktionsuntüchtigkeit im ersten Untersuchungsjahr fand diesbezüglich eine Abweichung vom Protokoll statt (siehe 3.4.1). Die behandelten Trichodinenabstriche wurden stattdessen für 60 min natürlicher Sonnenstrahlung ausgesetzt. Es ist möglich, dass diese Behandlung eine qualitativ minderwertige Fixierung und einen dementsprechenden Zustand der Zellen zur Folge hatte. Allerdings war aufgrund der beinahe kreisrunden Zellstrukturen und des weitgehend noch sichtbaren Hakenkranzes eine Zuordnung zur Familie der Trichodinidae generell möglich.

Trichodina sp. I

Stadium: adulte Zelle

Beschreibung: Bedingt durch den relativ schlechten Zustand der gefundenen Zellen konnten nur wenige Messdaten erhoben werden. Das Zentrum der Haftscheibe ist dunkler gefärbt als der Bereich unter den Haken. Der Hakenkranz wird von 18-20 (19) Haken gebildet (n = 4).

Vermessungen (Durchmesser in µm)**:** Zelle: 47-50 (48). Haftscheibe: 28-32 (30). Haken: 17-19 (18). Hakenkranz: 4. (n = 4).

Wirt und Habitat: *E. coioides*: SA 3 (*Segara Anakan Area 3*), B (*Bali*); *E. fuscoguttatus*: PS (*Tausend Inseln*, *Pulau Seribu*)

Sitz: Kiemen, Oberfläche, Operculum (*alphabetisch geordnet*)

Befall: 17,1-51,4 % P (*Prävalenz*); 2,9 % P (*Prävalenz*); Die Reihenfolge entspricht der, der darüberstehenden Fischarten. Dies gilt auch für die Nachfolgenden Beschreibungen.

Darstellung: Fototafel 3 A, B, D

Literatur: Lom und Dyková 1992

Trichodina sp. II

Stadium: adulte Zelle

Beschreibung: Aufgrund des relativ schlechten Zustandes der gefundenen Zellen konnten nur wenige Messdaten erhoben werden. Das Zentrum der Haftscheibe ist gleich hell gefärbt wie der Bereich unter den Haken. Der Hakenkranz wird von 20-22 (21) Haken gebildet (n = 2).

Vermessungen (Durchmesser in µm)**:** Zelle: 20-30 (25). Haftscheibe: 10-12 (11). Haken: 20-22. (n = 2).

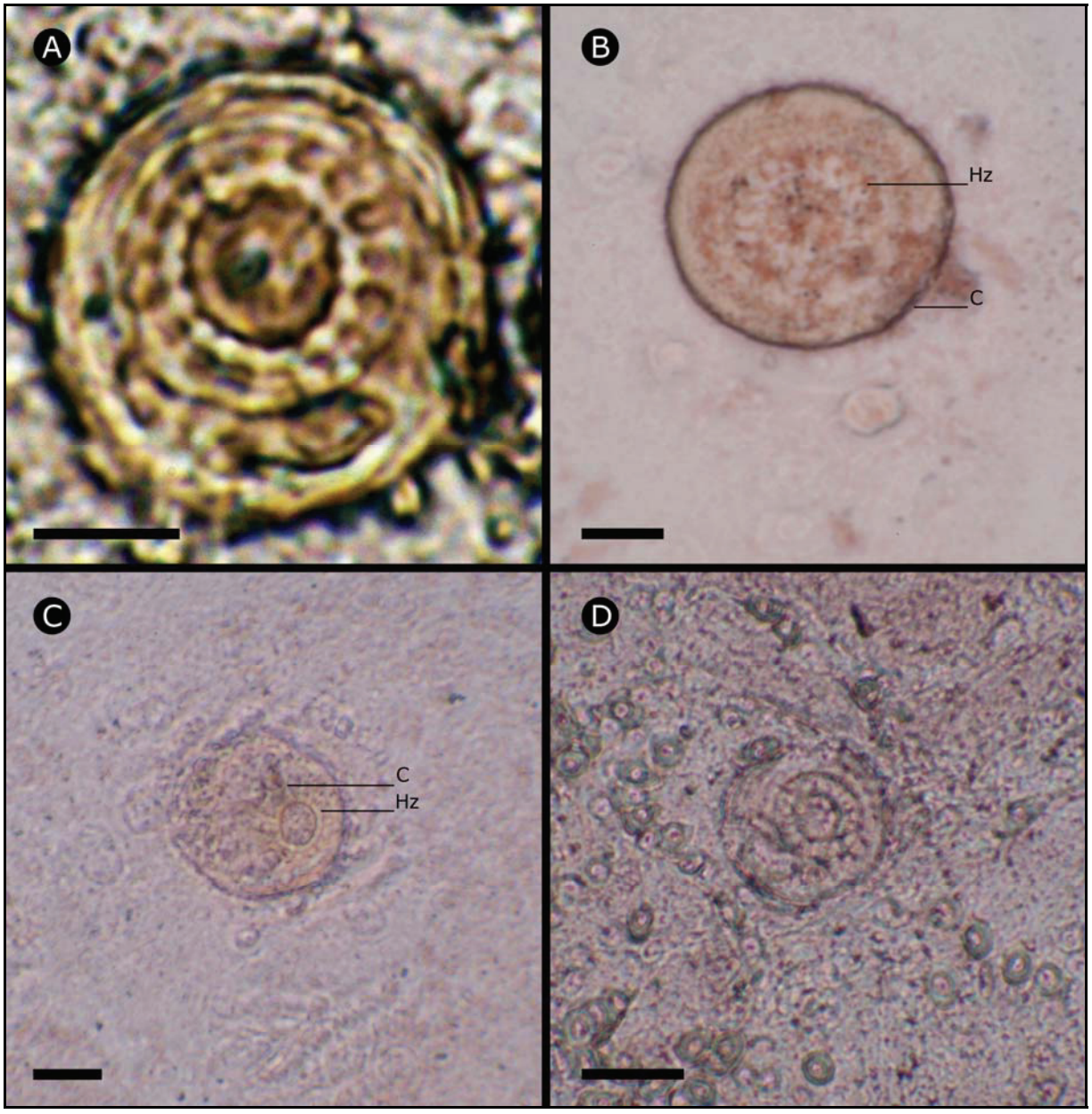
Wirt und Habitat: *S. argus*: SA 3

Sitz: Kiemen, Operculum

Befall: 50-60 % P

Darstellung: Fototafel 3 C

Literatur: Lom und Dyková 1992



Fototafel 3: Ciliata: (A-D) *Trichodina* spp. in Aufsicht.(A, B, D) *Trichodina* sp. I von *Epinephelus* spp. (C) *Trichodina* sp. II von *Scathophagus argus.* Balken: A-B, 10 µm; C-D, 20 µm. C: Cilien, Hz: Hakenkranz. Silbernitratfärbung**.**

4.2.2 Microsporea

Ordnung: Microsporidia Balbiani, 1892

Familie: nicht bestimmt

Microsporea gen. et sp. indet.

Stadium: Sporen

Beschreibung: Bei Microsporidien handelt es sich um einzellige, zu den Eukaryoten gehörende Organismen, die nahezu alle Tierstämme parasitieren können. Sie bestehen aus Sporoplasma, Nucleus, Polarröhrchen und Polardeckel. Die Sporenwand ist trilaminar. Mitochondrien sind nicht vorhanden. Die Sporen sind oval geformt und es ist nur die posteriore Vakuole erkennbar. Die nachgewiesenen Microsporea konnten aus schwarzen Cysten isoliert werden. Die Sporen sind nur anhand von frischem Material eindeutig bestimmbar, was in diesem Fall während der Feldarbeit nicht gewährleistet war. Dementsprechend konnte eine weiterführende, systematische Zuordnung nicht ermittelt werden.

Wirt und Habitat: *E. coioides*: SA 3, SA 4; *E. areolatus*: B, *S. argus*: SA 3, SA 4

Sitz: Darm, Darmwand, Kiemen, Leibeshöhle, Magen (außen), Magenwand, Mesenterien, Operculi, Pylorus

Befall: 6,7-17,1 % P; 6,7 % P; 16,6-25,0 % P

Literatur: Canning und Lom 1986, Schmidt und Roberts 1989

4.2.3 Digenea

Ordnung: Azygiida Schell, 1982

Familie: Didymozoidae Poche, 1907

***Didymodiclinus* sp.**

Stadium: adult

Beschreibung: Die Gattung *Didymodiclinus* Pozdnyakov, 1993 ist durch einen extrem langen und dünnen Körper charakterisiert. Die gefundenen Exemplare besitzen sowohl Mund- als auch Bauchsaugnäpfe. Ein weiteres Merkmal ist die Lage der Darmgabelung, welche anterior des Bauchsaugnapfes lokalisiert ist. Die Darmschenkel reichen bis in den posterioren Körperbereich. Diese Digenea sind getrenntgeschlechtlich, wobei die männlichen Exemplare kleiner sind als die weiblichen. Die Männchen besitzen zwei parallel zueinander stehende Hoden, die sich bis in den posterioren Körperbereich ziehen. Rudimentäre weibliche Geschlechtsanlagen sind nicht vorhanden. Die Weibchen sind größer, ihr Genitalkanal befindet sich in der Körpermitte mit langem engem und gewundenem Ovarium im anterioren Körperbereich. Ein

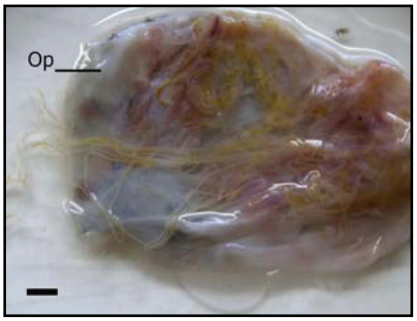


Abbildung 10: *Didymodiclinus* sp. im Operculum (Op) von *Epinephelus coioides.* Balken: 0,50 cm.

Receptaculum seminis kann vorhanden oder abwesend sein. Die Vitellarien sind in ihrer Form dem Ovarium ähnlich und im posterioren Körperbereich lokalisiert.

Vermessungen (Durchmesser in mm)**:** Mundsaugnapf: 0,20-0,25 (0,225). Bauchsaugnapf**:** 0,09. (n = 2).

Wirt und Habitat: *E. coioides*: SA 3; SA 4, B; *E. areolatus*: B

Sitz: Kiemen, Kiemenbogen, Operculi

Befall: 2,9-40,0 % P; 100 % P

Darstellung: Abb. 10

Literatur: Bray et al. 2008, Pozdnyakov 1996

Didymozoidae indet.

Stadium: adult

Beschreibung: Der Körper ist länglich und dorsoventral abgeflacht. Der Mundsaugnapf ist extrem klein, der Bauchsaugnapf gut entwickelt. Beide Saugnäpfe liegen im vorderen Körperdrittel eng beieinander. Wie schon in der Arbeit von Rückert (2006) beschrieben, konnten nur encystierte Teilstücke von adulten Didymozoidae aus der Leber, dem Magenlumen und der Magenwand isoliert werden. Dennoch lassen sowohl Körperform als auch der Sitz im Wirt eine eindeutige Zuordnung zur Familie der Didymozoidae zu. Eine weitere Identifikation ist aufgrund der fehlenden Organstrukturen nicht mit Sicherheit möglich.

Wirt und Habitat: *E. fuscoguttatus*: PS

Sitz: Leber, Magenlumen, Magenwand

Befall: 14,3 % P

Literatur: Yamaguti 1970

Ordnung: Plagiorchiida Larue, 1957

Familie: Faustulidae Poche, 1926

Paradiscogaster farooqii Hafeezullah & Siddiqi, 1970

Stadium: adult

Beschreibung: Auf die Art *Paradiscogaster farooqii* schließen lässt die sich an beiden Enden verjüngende und birnenförmige Körperform (fusiform/pyriform) der gefundenen Exemplare. Weitere Bestimmungsmerkmale sind das stachelige Tegument, dessen Stacheln sich bis hin zum posterioren Ende ziehen, der kugelartige subterminale Mundsaugnapf (MS) und der postäquatoriale, knapp oberhalb der Körpermitte liegende ovale gut ausgebildete und muskulöse Bauchsaugnapf (BS) sowie die lateral platzierten, in Feldern angeordneten Vittellarien.

Dem kurzen, dorsal zum Mundsaugnapf liegenden Präpharynx schließt sich ein runder bis ovaler Pharynx an, der in einen langen Oesophagus übergeht. Die Darmgabelung befindet sich im vorderen Körperbereich dorsal etwa auf Höhe des Bauchsaugnapfes. Die Darmschenkel sind kurz und enden nahe des anterioren Saumes des Bauchsaugnapfes. Die Hoden sind entgegengesetzt im unteren Körperdrittel unterhalb des Bauchsaugnapfes lokalisiert. Der Cirrussack (CS) ist oval bis kastenförmig und erstreckt sich von der Mitte des Bauchsaugnapfes (BS) bis hin zur Mitte der Hoden. Das Ovar liegt leicht dorsal versetzt, mittig fast auf Höhe der Hoden. Die Vitellerien (Vi) befinden sich in seperaten, lateral angeordneten Feldern und erstrecken sich vom unteren Drittel des Oesophagus bis zum posterioren Saum des Bauchsaugnapfes. Der lange, sich im letzten Körperdrittel bis hin zu den Hoden befindliche Uterus (Ut) ist mit braunen, relativ großen Eiern angefüllt (siehe Vermessungen).

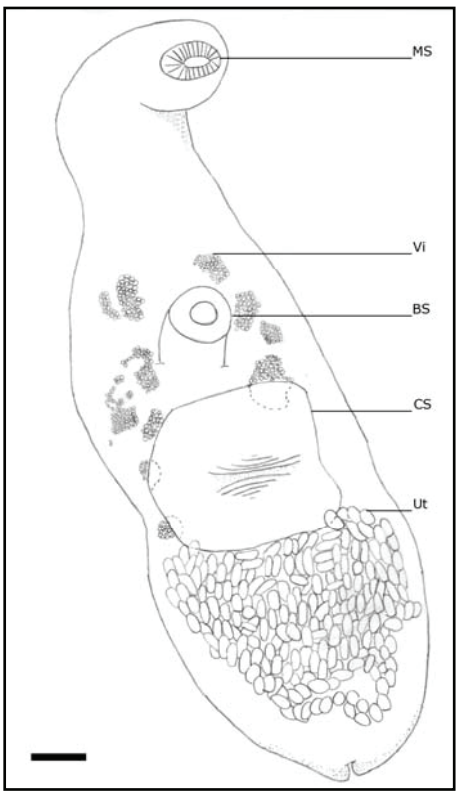


Abbildung 11: Habitus von *Paradiscogaster farooqii*. Balken: 0,07 mm.

Vermessungen (Länge; Durchmesser in mm)**:** Gesamt: 1,02-1,06 (1,04); 0,35-0,40 (0,375). Mundsaugnapf: 0,10-0,14 (0,12); 0,10-0,14 (0,12). Bauchsaugnapf: 0,09-0,14 (0,115); 0,07-0,08 (0,075). Eier (n = 4): 0,018-0,022 (0,020); 0,013-0,017 (0,015). (n = 2).

Wirt und Habitat: *S. argus*: SA 3, SA 4

Sitz: Darmlumen, Magenlumen

Befall: 5,0-30,0 % P

Literatur: Bray 1984, Bray et al. 2008, Cribb et al. 1999

Darstellung: Abb. 11, Fototafel 4 A

Besonderheiten: Diese Art stellt einen neuen Gebietsnachweis dar. Dieser Vertreter wurde früher der Familie der Fellodistomidae zugeordnet. Die Familie Faustulidae ist in dem Fall synonym mit der Unterfamilie Baccigerinae (Hall et. al. 1999).

Familie: Opecoelidae Ozaki, 1925

Allopodocotyle epinepheli (Yamaguti, 1942) Pritchard, 1966

Stadium: adult

Beschreibung: Aufgrund der langestreckten Körperform und der Organanordnung kann das gefundene Exemplar eindeutig der Familie der Opecoelidae Ozaki, 1925 zugeordnet werden. Typisch für die Gattung *Allopodocotyle* Pritchard, 1966 sind *Podocotyle* ähnliche Digenea, welche neben einem ungestielten Bauchsaugnapf ein glattes Ovarium besitzen.

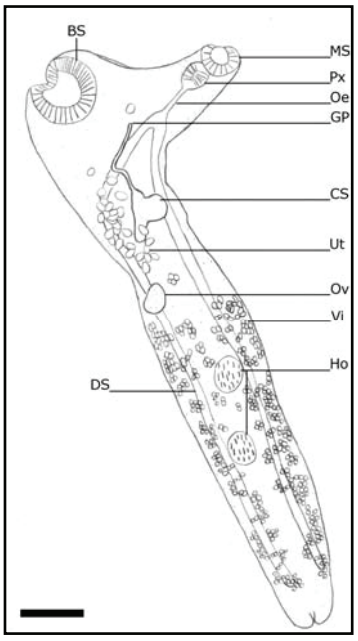


Abbildung 12: Habitus von *Allopodocotyle epinepheli.* Balken: 0,35 mm.

Das gefundene Exemplar konnte aufgrund der nachfolgenden Merkmale als *Allopodocotyle epinepheli* bestimmt werden. Es weist einen fast endständig gelegenen Mundsaugnapf (MS) auf, dem sich der Pharynx (Px), unterteilt in einen kurzen Präpharynx und Pharynx, anschließt. Dieser führt in den relativ langen Oesophagus (Oe). Die Darmgabelung liegt knapp auf Höhe des Genitalporus (GP), wobei die einzelnen Darmschenkel (DS) fast bis ans posteriore Ende des Digenea reichen. Der ungestielte, aber von Einfaltungen umgebene und hervortretende Bauchsaugnapf (BS) liegt im vorderen Körperdrittel. Der Cirrussack (CS) liegt auf Höhe des Bauchsaugnapfes und wird von diesem und dem glatten Ovar (Ov) eingegrenzt. Das Ovar befindet sich unterhalb des Bauchsaugnapfes. Die paarigen Hoden (Ho) befinden sich in der hinteren Körperhälfte, posterior vom Ovar. Der mit einigen wenigen, großen Eiern angefüllte Uterus (Ut) befindet sich anterior zum Ovar. Die follikulären Vitellarien (Vi) ziehen sich von posterior nach anterior bis zur Körpermitte zwischen Ovar und anterior gelegenem Hoden.

Vermessungen (Länge; Durchmesser in mm)**:** Gesamt: 3,76; 0,60. Mundsaugnapf: 0,19; 0,20. Pharynx: 0,13; 0,13. Bauchsaugnapf: 0,35; 0,35. Ovar: 0,17; 0,10. Eier (n = 4): 0,04-0,06 (0,05); 0,04. Hoden: 0,19; 0,20. (n = 1).

Wirt und Habitat: *E. fuscoguttatus*: PS

Sitz: Darmlumen

Befall: 2,9 % P

Darstellung: Abb. 12, Fototafel 4 B

Literatur: Bray und Cribb 1989, Yamaguti 1942

Allopodocotyle sp.

Stadium: adult

Beschreibung: Aufgrund der Körperform und der Organanordnung sowie des ungestielten Bauchsaugnapfes kann das gefundene Exemplar der Gattung *Allopodocotyle* Pritchard, 1966 zugeordnet werden. Eine weitere Bestimmung war anhand des einzigen, nicht gut erhaltenen Exemplars nicht möglich.

Wirt und Habitat: *E. areolatus*: B

Sitz: Darmlumen

Befall: 3,3 % P

Literatur: Bray und Cribb 1989, Yamaguti 1942

Besonderheiten: Diese Gattung stellt sowohl einen neuen Wirts-/ als auch Gebietsnachweis dar.

Cainocraedium epinepheli (Yamaguti, 1934)

Stadium: adult

Beschreibung: Aufgrund der langestreckten Körperform und der Organanordnung können die gefundenen Exemplare eindeutig der Familie der Opecoelidae zugeordnet werden. Die Gattung *Cainocraedium* Nicoll, 1909 zeichnet sich durch ihre langestreckte, an beiden Enden verjüngende, fusiforme Körperform und durch das leicht gelappte Ovar aus. Die nachgewiesene Art *Cainocraedium epinepheli* weist einen rundlichen und subterminal gelegenen Mundsaugnapf (MS) auf, an welchen sich häufig ein kaum sichtbarer Präpharynx anschließt, der wiederum in den großen, oval geformten Pharynx (Px) übergeht. Der Bauchsaugnapf (BS) ist rund und im anterioren Körperdrittel lokalisiert. Der ausgeprägte Oesophagus (Oe) ist lang und gabelt sich (DG) in die Darmschenkel (DS) oberhalb des Bauchsaugnapfes. Die Darmschenkel ziehen sich bis in die posteriore Körperregion, enden blind und sind nahezu identisch lang. Das gelappte Ovar (Ov) liegt in der Körpermitte unterhalb und leicht bedeckt vom Uterus (Ut), angefüllt mit einigen gut sichtbaren Eiern. Die paarigen Hoden (Ho) liegen unterhalb des Ovars und stehen fast in einer Linie, leicht versetzt, untereinander. Die follikulären Vitellarien (Vi) ziehen sich von der Mitte des Oesophagus bis hin zum posterioren Ende, wobei sie nicht bis ins „zipfelartige“ Hinterende hineinreichen.

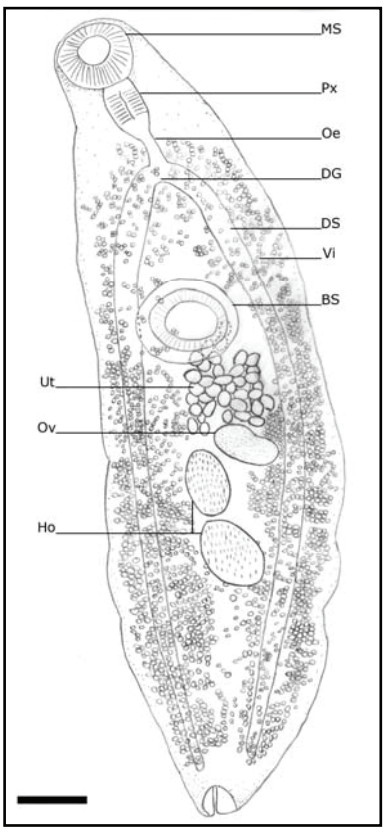


Abbildung 13: Habitus von *Cainocraedium epinepheli.* Balken: 0,25 mm.

Vermessungen (Länge; Durchmesser in mm)**:** Gesamt: 4,50-4,54 (4,52); 1,07-1,11 (1,09). Mundsaugnapf: 0,30-0,32 (0,31); 0,27-0,30 (0,285). Pharynx: 0,20-0,21 (0,205); 0,17-0,19 (0,18). Bauchsaugnapf: 0,44-0,47 (0,455); 0,45-0,46 (0,43). Ovar: 0,37-0,39 (0,38); 0,32-0,34 (0,33). Eier (n = 4): 0,05-0,06 (0,053); 0,03-0,04 (0,034). Hoden: 0,40-0,45 (0,425); 0,34-0,40 (0,37). (n = 2).

Wirt und Habitat: *E. coioides*: B

Sitz: Darm, Magenlumen, Pylorus

Befall: 6,7-11,4 % P

Literatur: Jones et al. 2005

Darstellung: Abb. 13, Fototafel 5 A

Besonderheiten: Diese Art stellt sowohl einen neuen Wirts-/ als auch Gebietsnachweis dar.

Ordnung: Strigeida Larue, 1926

Familie: Bucephalidae Poche, 1907

Prosorhynchus* cf. *crucibulum (Rudolphi, 1819) Odhner, 1905

Stadium: adult

Beschreibung: Aufgrund der Existenz eines Rhynchus als Anheftungsorgan anstatt eines Mundsaugnapfes, der typischen Anordnung der follikulären Vitellarien und der inneren Organe, konnten die gefundenen Exemplare eindeutig der Gattung *Prosorhynchus* Odhner, 1905 zugeordnet werden. Die gefundenen Exemplare dieses Digenea weisen eine schmale und langestreckte Körperform auf. Kein Mundsaugnapf, sondern ein anterior gelegener Rhynchus (Rh) ist als Anheftungsorgan vorhanden, welcher bei dieser Art fünf Einkerbungen aufweist. Der kleine Pharynx geht in den kleinen, anterior gerichteten sacculären Darm (SD) über. Ferner lassen die ventral gelegene Mundöffnung (Mf) nahe der Körpermitte, ein posterior, im hinteren Körperdrittel gelegener Cirrussack (CS), follikuläre Vitellarien (Vi) (hier in zwei Gruppen oberhalb und unterhalb der Mundöffnung angeordnet) sowie das in direkter Nähe zur Mundöffnung lokalisierte rundliche Ovar (Ov), welches posterior vom anterior liegenden paarigen Hoden (Ho) überlappt wird, auf die angegebene Art schließen (wobei sich der posteriore Hoden zwischen Mundöffnung und Cirrussack befindet). Der Uterus (Ut) ist mit Eiern angefüllt und zieht sich vom posterioren Ende bis zwischen die paarigen Hoden.

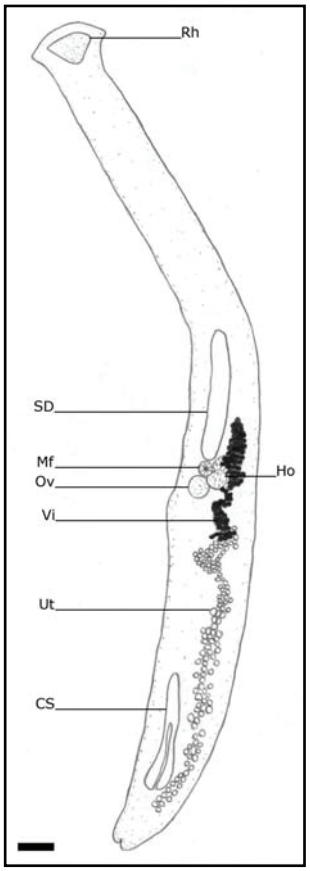


Abbildung 14: Habitus von *Prosorhynchus* cf. *crucibulum.* Balken: 0,15 mm.

Vermessungen (Länge; Durchmesser in mm)**:** Gesamt: 2,37; 0,25. Rhynchus: (Durchmesser): 0,22. Sacculärer Darm: 0,39; 0,06. Cirrussack: 0,41; 0,09. Vitellarien: 0,04; 0,03. Ovar: 0,06; 0,06. Eier (n = 2): 0,02; 0,02. Hoden: 0,10; 0,09. (n = 1).

Wirt und Habitat: *E. fuscoguttatus*: PS

Sitz: Pylorus

Befall: 5,7 % P

Darstellung: Abb. 14, Fototafel 5 B

Literatur: Bray und Palm 2009, Santos und Gibson 2002, Velasquez 1975

Prosorhynchus luzonicus Velasquez, 1959

Stadium: adult

Beschreibung: Die typischen Bestimmungsmerkmale (siehe *Prosorhynchus* cf. *crucibulum*) führen zur Gattung *Prosorhynchus* Odhner, 1905. Die Körperform von *P. luzonicus* ist langgestreckt mit einem endständigen, muskulösen, konischen Rhynchus (Rh). Der Pharynx ist klein und geht in den

sacculären Darm (SD) über. Im anterioren Abschnitt des zweiten Körperdrittels befindet sich die Mundöffnung (Mf), in deren Nähe sich auch die paarigen Hoden (Ho) befinden. Vor dem anterioren Hoden liegt das rundliche Ovar (Ov). Der in Relation zur Gesamtbreite große Cirrussack (CS) befindet sich im letzten Körperdrittel. Die follikulären Vitellerien (Vi) ziehen sich in zwei lateral verlaufenden Reihen unterhalb des Rhynchus bis hinunter zu den Hoden. Der mit Eiern gefüllte Uterus (Ut) reicht vom posterioren Ende bis zum sacculären Darm.

Vermessungen (Länge; Durchmesser in mm): Gesamt: 1,39-1,43 (1,41); 0,32-0,34 (0,33). Rhynchus: 0,22-0,25 (0,235); 0,19. Cirrussack: 0,35-0,39 (0,37); 0,11-0,12 (0,115). Vitellarien: 0,04; 0,03-0,04 (0,035). Eier (n = 2): 0,01; 0,02. Hoden: 0,11-0,13 (0,12); 0,9-0,10 (0,95). (n = 2).

Wirt und Habitat: *E. coioides*: SA 4

Sitz: Darm, Pylorus

Befall: 6,7 % P

Darstellung: Abb. 15, Fototafel 5 D

Literatur: Bray und Palm 2009, Gibson et al. 2002, Velasquez 1959, 1975

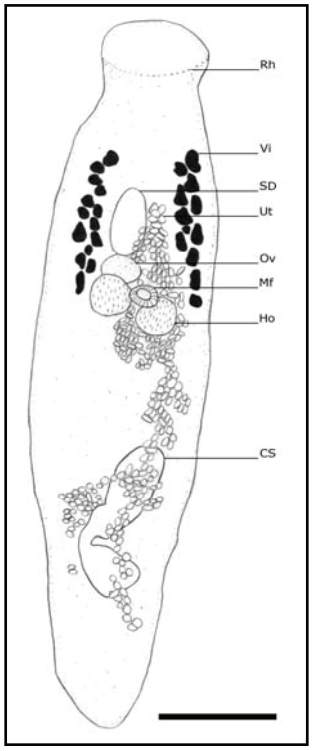


Abbildung 15: Habitus von *Prosorhynchus luzonicus*. Balken: 0,20 mm.

Prosorhynchus sp. I

Stadium: adult

Beschreibung: Die folgenden typischen Bestimmungsmerkmale führen über die Familie der Bucephalidae Poche, 1907 zur Gattung *Prosorhynchus*. Durch die typische Anordnung der follikulären Vitellarien, welche lateral vor der Mundöffnung liegen und sich anterior unterhalb des Rhynchus vereinigen, und der inneren Organe, konnten die gefundenen Exemplare eindeutig der zuvor genannten Gattung zugeordnet werden. Nach Bray und Palm (2009) wurden diese Exemplare bis auf Gattungslevel zurückbenannt, nachdem sie zuvor von Rückert (2006), Rückert et al. (2009b) und Palm und Rückert (2009) als *Prosorhynchus australis* Szidat, 1961 identifiziert worden waren.

Vermessungen (Länge; Durchmesser in mm)**:** Gesamt: 1,29-1,32 (1,31); 0,30-0,32 (0,31). Rhynchus: Durchmesser: 0,12-0,15 (0,135). Sacculärer Darm: 0,23-0,26 (0,248); 0,25. Cirrussack: 0,31; 0,08-0,09 (0,085). Vitellarien: 0,03; 0,02. Ovar: 0,07; 0,07. Eier (n = 4): 0,013-0,016 (0,014); 0,02-0,04 (0,03). Hoden: 0,12-0,14 (0,13); 0,06-0,08 (0,07). (n = 2).

Wirt und Habitat: *E. coioides*: B, SA 4; *E. areolatus*: SA 4,

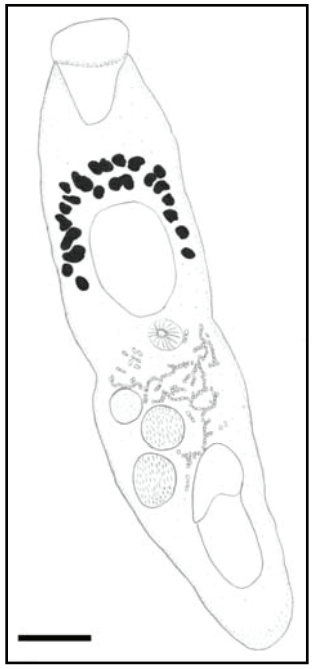


Abbildung 16: Habitus von *Prosorhynchus* sp. I. Balken: 0,14 mm.

E. fuscoguttatus: PS

Sitz: Darm, Darmlumen, (Kiemen), Magenlumen, Mesenterien, Pylorus

Befall: 11,4-26,7 %; 6,7 % P; 2,9 % P

Literatur: Bray und Palm 2009, Etchegoin et al. 2005**,** Gibson et al. 2002, Szidat 1961

Darstellung: Abb. 16, Fototafel 5 C

Besonderheiten: Diese Gattung stellt für Bali einen neuen Gebietsnachweis dar. In der vorangegangenen Arbeit von Rückert (2006) Rückert et al. (2009b) und Palm und Rückert (2009) wurde dieser Digenea als *P. australis* Szidat, 1961 bestimmt.

***Prosorhynchus* sp. II**

Stadium: adult, larval

Beschreibung: Aufgrund der typischen Anordnung der follikulären Vitellarien und des Vorhandenseins eines Rhynchus anstatt eines Mundsaugnapfes konnten die gefundenen Exemplare eindeutig der Gattung *Prosorhynchus* Odhner, 1905 zugeordnet werden. Aufgrund fehlender innerer Strukturen war eine weitere Bestimmung nicht möglich. Es handelt sich jedoch nicht um *Prosorhynchus* sp. I. Im Falle des aus *Scatophagus argus* isolierten Exemplares handelte es sich um ein Larvenstadium.

Vermessungen (Länge; Durchmesser in mm)**:** Gesamt: 0,94-0,98 (0,96); 0,40-0,42 (0,41). Rhynchus: 0,19-0,21 (0,20); 0,18. Vitellarien: 0,04; 0,04. Eier (n = 4): 0,02-0,03 (0,022); 0,015. (n = 2).

Wirt und Habitat: *E. coioides*: SA 3; *E. areolatus*: B; *S. argus*: SA 4

Sitz: Darmlumen, Magenlumen, Pylorus

Befall: 5,7 % P; 23,3 % P; 5,6 % P

Literatur: Bray und Palm 2009

Darstellung: Fototafel 5 E

Besonderheiten: Diese Gattung stellt für Bali einen neuen Gebietsnachweis dar.

Bucephalidae indet.

Stadium: adult

Beschreibung: Aufgrund der typischen Anordnung der follikulären Vitellarien, der zylindrischen Form und der Abwesenheit der Saugnäpfe konnte das gefundene Exemplar eindeutig der Familie der Bucephalidae zugeordnet werden. Eine weitere Identifikation war aufgrund des schlechten Zustandes des einen vorhandenen Exemplares nicht möglich.

Wirt und Habitat: *E. coioides*: B

Sitz: Pylorus

Befall: 3,3 % P

Literatur: Bray und Palm 2009, Gibson et al. 2002

Darstellung: (siehe *Prosorynchus* spp. Fototafel 5 B-E)

Besonderheiten: Diese Familie (siehe auch Gattung *Prosorhynchus*) stellt für Bali einen neuen Gebietsnachweis dar.

Familie: Hemiuridae Loos, 1899

Lecithochirium magnaporum Manter 1940

Stadium: adult

Beschreibung: Als typisches Merkmal der Familie der Hemiuridae Loos, 1899 steht das ausstülpbare Hinterende, das Eksoma (Ek). Die Gattung *Lecithochirium* Lühe, 1901 weist sich durch eine glatte Körperoberfläche, eine präsomatische Grube, einen präoralen Lappen und zwei kompakte Vitellarien aus. Die gefundenen Digenea konnten als *Lecithochirium magnaporum* identifiziert werden. Sie weisen eine langgestreckte Körperform auf, welche sich anterior verjüngt. Der präorale Lappen (pL) umgibt den Mundsaugnapf (MS), an den sich der ausgeprägte Pharynx (Px) und daran der kurze Oesophagus anschließen. Die Darmschenkel (DS) gabeln sich oberhalb des Genitalporus (GP), welcher sich unterhalb des Mundsaugnapfes befindet. Die präsomatische Grube (pG) liegt zwischen Genitalporus und Bauchsaugnapf (BS), welcher noch im ersten Körperdrittel lokalisiert ist und ca. dreimal so breit ist wie der Mundsaugnapf. Das oval geformte Ovar (Ov) liegt unterhalb der Körpermitte, anterior und nahezu mittig zwischen den kompakten Vitellarien (Vi). Der mit Eiern angefüllte Uterus (Ut) reicht von der Eksomafalte (EF) bis zum Bauchsaugnapf. Kurz unterhalb des Bauchsaugnapfes liegen die paarigen Hoden (Ho), welche versetzt zueinander liegen und ventral peripher vom Bauchsaugnapf verdeckt werden.

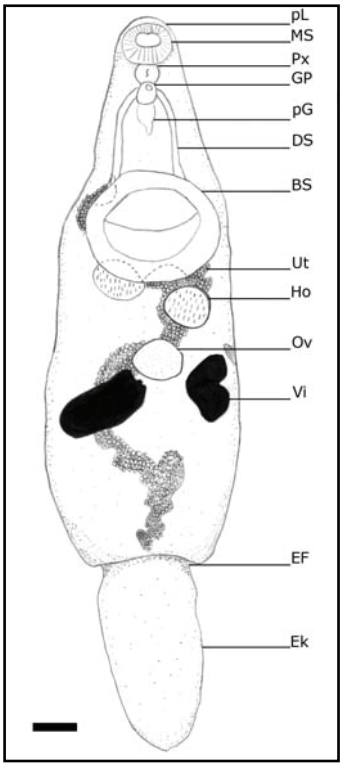


Abbildung 17: Habitus von *Lecithochirium magnaporum*. Balken: 0,30 mm.

Vermessungen (Länge; Durchmesser in mm)**:** Gesamt: 4,59-4,64 (4,615); 1,14-1,17 (1,155). Mundsaugnapf: 0,30-0,32 (0,31); 0,34. Pharynx: 0,06-0,09 (0,075); 0,11-0,13 (0,12). Bauchsaugnapf: 0,71-0,75 (0,73); 0,88-0,92 (0,90). Ovar: 0,33; 0,33. Eier (n = 4): 0,013-0,015 (0,013); 0,003-0,006 (0,0042). Hoden: 0,35-0,40 (0,375); 0,31-0,34 (0,325). (n = 2).

Wirt und Habitat: *E. areolatus*: SA 4; *E. fuscoguttatus*: PS

Sitz: Eingeweide, Magenlumen

Befall: 3,3 % P; 5,7-11,4 % P

Darstellung: Abb. 17, Fototafel 5 F

Literatur: Gibson et al. 2002, Velasquez 1975, Yamaguti 1970

Besonderheiten: Diese Art stellt für *E. areolatus* einen neuen Wirtsnachweis dar.

Ordnung: nicht bestimmt

Familie: nicht bestimmt

Digenea gen. et sp. indet.

In dieser Gruppe wurden alle Digenea zusammengefasst, die aufgrund fehlender bzw. unkenntlicher bestimmungsrelevanter Strukturen nicht weiter identifiziert werden konnten.

Wirt und Habitat: *E. coioides*: B; *S. argus*: SA 3

Sitz: Darmlumen, Magen, Pylorus

Befall: 3,3 % P; 45,0 % P

Fototafel 4: Digenea I: (A) Habitus von *Paradiscogaster farooqii.* (B) Habitus von *Allopodocotyle epinepheli.* Balken: A, 0,07 mm; B, 0,35 mm. BS: Bauchsaugnapf, CS: Cirrussack, GP: Genitalporus, Ho: Hoden, MS: Mundsaugnapf, Ov: Ovar, Px: Pharynx, Ut: Uterus gefüllt mit Eiern, Vi: Vitellarien. A-B: Glycerinpräparate.

Fototafel 5: Digenea II: (A) Habitus von *Cainacraedium epinepheli.* (B) Habitus von *Prosorhynchus* cf. *crucibulum.* (C+E) Habitus von *Prosorhynchus* sp. I (C) und II (E). (D) Habitus von *Prosorhynchus luzonicus.* (F) Habitus von *Lecithochirium magnaporum.* Balken: A, 0,25 mm; B, 0,15 mm; C, 0,14 mm; D, 0,20 mm; E, 0,12 mm; F, 0,30 mm. BS: Bauchsaugnapf, CS: Cirrussack, DS: Darmschenkel, E: Eier, Ek: Eksoma, GP: Genitalporus, Ho: Hoden, MS: Mundsaugnapf, Ov: Ovar, Px: Pharynx, Rh: Rhynchus, SD: sacculärer Darm, Ut: Uterus, Vi: Vitellarien. A-C, E-F: Glycerinpräparate, D: Kanadabalsampräparat.

4.2.4 Monogenea

Ordnung: Capsalidea Lebedev, 1988

Familie: Capsalidae Baird, 1853

Benedenia epinepheli (Yamaguti, 1937) Meserve, 1938

Stadium: adult

Beschreibung: Die typische Form der gefundenen Monogenea mit ihrem scheibenartigen Ophisthaptor, der drei Paar Haken und Randhaken lässt diese Exemplare eindeutig der Familie der Capsalidae Baird, 1853 zuordnen. Charakteristisch für die Gattung *Benedenia* Diesing, 1858 ist das Vorhandensein einer Vagina. Die Art *Benedenia epinepheli* besitzt zwei Paar Augenflecken (AP), darüber liegen die beiden rundlichen Anheftungsorgane (AO). Darunter ist der ausgeprägte und gelappte Pharynx (Px) lokalisiert. Sowohl die Darmverzweigungen als auch die Vitellarien (Vi) erstrecken sich von Höhe der beiden Augenpaarflecken bis zum Opisthaptor (Op). Der Darm endet blind. In der Körpermitte liegen die paarig nebeneinander angeordneten Hoden (Ho). Dort vereinigen sich die beiden Vas efferentia zum Vas deferens, welcher sich bis zum linksseitig, unterhalb des Pharynx liegenden Penis (Pe) zieht. Am posterioren Ende des Penis liegt das Reservoir der akzessorischen Drüsen (RAD). Das Ovar (Ov) liegt sowohl mittig als auch anterior zu den paarigen Hoden. Es ist ebenso wie die Vagina, welche zusätzlich am proximalen Ende ein Receptaculum seminis besitzt, mit dem Vitellarreservoir verbunden. Der Uterus ist kurz. Der ausgeprägte Opisthaptor am posterioren Ende des Körpers ist von einer Membran umgeben und weist drei Hakenpaare auf (akzessorische Sklerite (AS), anteriore und posteriore Hamuli (AH)).

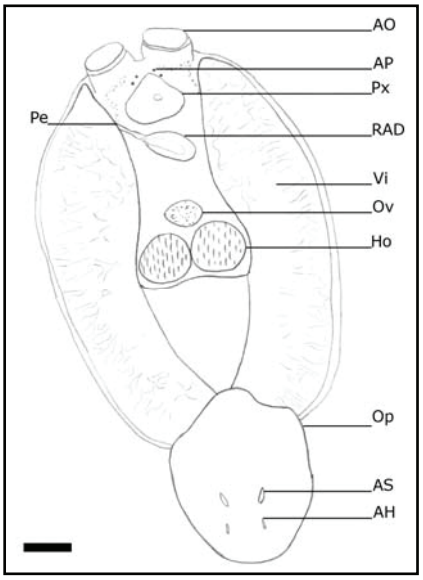


Abbildung 18: Habitus von *Benedenia epinepheli.* Balken: 0,30 mm.

Vermessungen (Länge; Durchmesser in mm)**:**. Gesamt: 3,10-3,22 (3,16); 1,62-1,64 (1,63). Augenflecken: (Abstand außen): anterior: 0,13, posterior: 0,18-0,20 (0,19). Anheftungsorgan: (einzeln): 0,23-0,24 (0,235); 0,32-0,35 (0,335), (Abstand außen): 0,68-0,74 (0,71). Pharynx: 0,28; 0,39. Hoden: 0,32-0,34 (0,33); 0,32-0,34 (0,33). Penis: (Länge inkl. Reservoir der aksessorischen Drüse): 0,91-0,94 (0,925). Ovar: 0,16-0,20 (0,18); 0,22-0,23 (0,225). Opisthaptor: 0,97-0,99 (0,98); 0,84-0,87 (0,855). Akzessorische Sklerite: (Abstand außen): 0,28. Anteriore Hamuli: (Abstand außen): 0,22-0,24 (0,23). (n = 2).

Wirt und Habitat: *E. fuscoguttatus*: PS

Sitz: Kiemen, Oberfläche

Befall: 20,0-40,0 % P

Darstellung: Abb. 18, Fototafel 6 A

Literatur: Koesharyani et al. 1999, Ogawa et al. 1995a, Whittington 2004

Ordnung: Dactylogyridea Bychowsky, 1937

Familie: Dactylogyridae Bychowsky, 1933

Metahaliotrema scatophagi Yamaguti, 1953

Stadium: adult

Beschreibung: Die extrem kleine (nach Yamaguti (1953) max. Länge: 0,50 bis 0,70 mm und max. Breite: 0,084 bis 0,150 mm), langgestreckte und spatelförmige Körperform, die typische Organanordnung sowie die Anwesenheit der zwei Paar Augenflecken im anterioren Bereich und die dorsal und ventral gelegenen Hakenpaare im posterioren Bereich lassen eine eindeutige Identifikation der gefundenen Exemplare als *Metahaliotrema scatophagi* Yamaguti, 1953 zu. Der subglobuläre Pharynx geht in den kurzen Oesophagus über, wo sich unmittelbar die Darmschenkel gabeln, welche sich posterior im letzten Körperdrittel vereinigen. Unmittelbar vor dem fast in der Körpermitte lokalisierten, ovalen Hoden befindet sich das transversal langestreckte Ovar. Der Vas deferens ist um den linken Darmschenkel gewunden. Die Genitalpore liegt hinter der Darmgabelung. Sowohl Vagina als auch Receptaculum seminis fehlen.

Vermessungen (Länge; Durchmesser in mm)**:** Gesamt: 0,710-0,720 (0,715); 0,152-0,158 (0,155). Augenflecken: (Abstand außen): anterior: 0,025, posterior: 0,025. Haken: (Abstand Spitzen außen): 0,05-0,09 (0,07). Pharynx: 0,05. Opisthaptor: (Durchmesser): 0,15-0,19 (0,17). (n = 4).

Wirt und Habitat: *S. argus*: SA 3, SA 4

Sitz: Kiemen

Befall: 50,0-80,0 % P

Darstellung: Fototafel 6 B-C

Literatur: Yamaguti 1953

Familie: Diplectanidae Monticelli, 1903

Pseudorhabdosynochus lantauensis Beverley-Burton und Suriano, 1981

Stadium: adult, larval

Beschreibung: Anhand der haptoralen Haken und der ausgeprägten Vitellarien lassen sich die gefundenen Exemplare eindeutig der Ordnung Dactylogyridea Bychowsky, 1937 zuordnen. Die Existenz eines dorsalen und ventralen Squamodiscus sowie der Anwesenheit zwei Paar haptoraler Haken als auch dem zweischenkligen Darm führen zur Familie Diplectanidae Monticelli, 1903. *Pseudorhabdosynochus lantauensis* weist im posterioren Körperbereich nach anterior gerichtete Schuppen auf. Am Prohaptor sind drei Paar Kopforgane (KO) und zwei Paar Augenflecken (AP) lokalisiert. Der Pharynx (Px) schließt sich unmittelbar an den Mund an und führt in den zweischenkeligen Darm. Unterhalb des kugeligen Pharynx befindet sich der Cirrussack (CS). Der Hoden (Ho) liegt in der hinteren Körperregion, posterior vom fast runden, sich um den rechten Darmschenkel (DS) windenden Ovar (Ov). Die sklerotisierte Vagina (Va) weist anterior eine Schleife auf. Die Vitellarien (Vi) liegen lateral entlang der blind endenden Darmschenkel. Am Opisthaptor

befinden sich zwei Hakenpaare mit stark gebogenen Spitzen, außerdem jeweils ein Paar dorsale (DB) und ventrale Balken (VB) und mehrere kleine randständige Haken (rH). Die acht bis 13- reihigen Squamodiscen (SQ) sind anterior geöffnet, ‚U'-förmig und öffnen sich stärker, je weiter sie posterior liegen.

Vermessungen (Länge; Durchmesser in mm)**:** Gesamt: 0,72-0,76 (0,74). Augenflecken: (Abstand außen): anterior: 0,025, posterior: 0,025. Haken: (Abstand Spitzen außen): 0,13-0,16 (0,145). Pharynx: 0,04; 0,04. Cirrussack: 0,04-0,05 (0,045); 0,033. Hoden: 0,04-0,06 (0,05); 0,06. Ovar: 0,055; 0,06. Opisthaptor: (Durchmesser): 0,13-0,15 (0,14). Squamodiscus: 0,05-0,06 (0,055); 0,06-0,07 (0,065). (n = 2).

Wirt und Habitat: *E. coioides*: SA 3, SA 4, B; *E. fuscoguttatus*: PS

Sitz: Kiemen

Befall: 53,3-97,1 % P; 82,9-100 % P

Darstellung: Abb. 19, Fototafel 6 D-E

Literatur: Beverley-Burton und Suriano 1981, Bu et al. 1999, Kritsky und Beverley-Burton 1986, Yamaguti 1963a

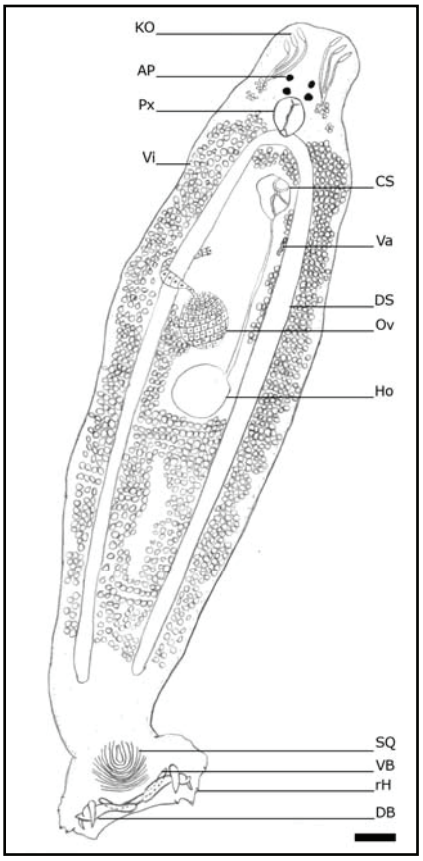


Abbildung 19: Habitus von *Pseudorhabdosynochus lantauensis.* Balken: 0,07 mm.

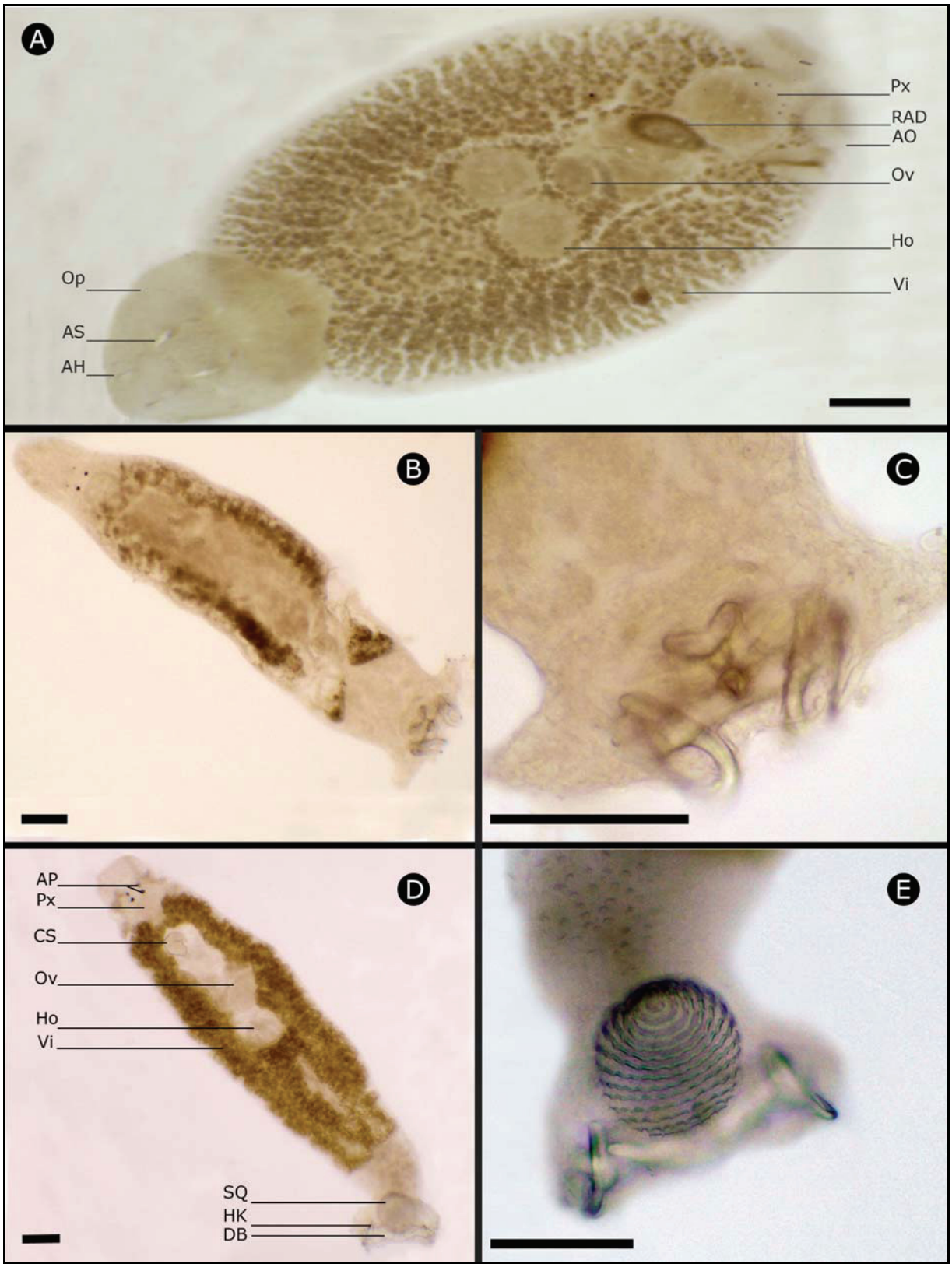
***Pseudorhabdosynochus* sp.**

Beschreibung: Anhand der typischen Bestimmungsmerkmale (siehe *Pseudorhabdosynochus lantauensis*) ließ sich das gefundene Exemplar bis zur Gattung bestimmen. Der relativ schlechte Zustand des einzigen Exemplars lässt jedoch eine Artbestimmung nicht zu.

Wirt und Habitat: *E. areolatus*: B

Sitz: Kiemen

Befall: 3,3 % P



Fototafel 6: Monogenea: (A) Habitus von *Benedenia epinepheli.* (B) Habitus von *Metahaliotrema scatophagi*. (C) Opisthaptor von *Metahaliotrema scatophagi*. (D) Habitus von *Pseudorhabdosynochus lantauensis.* (E) Opisthaptor von *Pseudorhabdosynochus lantauensis.* Balken: A, 0,30 mm; B-E, 0,07 mm. AH: anteriorer Hamuli, AO: Anheftungsorgan, AP: Augenflecken, AS: akzessorische Sklerite, CS: Cirrussack, DB: Dorsalbalken, HK: Haken, Ho: Hoden, Op: Opisthaptor, Ov: Ovar, Px: Pharynx, RAD: Reservoir der akzessorischen Drüsen, SQ: Squamodiscus, Vi: Vitellarien. A-E: Glycerinpräparate.

4.2.5 Cestoda

Ordnung: Bothriocephalidea Kuchta, Scholz, Brabec & Bray, 2008

Familie: Bothriocephalidae Blanchard, 1849

***Bothriocephalus* sp.**

Stadium: adult

Beschreibung: Typische Merkmale der Gattung *Bothriocephalus* Rudolphi, 1808 sind der sehr lange und äußerlich völlig strukturenfreie, „unbewaffnete“ Scolex, das Vorhandensein einer apikalen Scheibe und Proglottiden, die breiter als lang sind.

Vermessungen (Länge; Durchmesser in mm)**:** Gesamtbreite: 0,90-0,98 (0,94). Scolex: 0,54-0,56 (0,55); 0,74-0,78 (0,76). Proglottiden: 0,19-0,23 (0,21); 0,90-0,98 (0,94). (n = 2).

Wirt und Habitat: *E. coioides*: SA 3, SA 4; *S. argus*: SA 4

Sitz: Darmlumen, Pylorus

Befall: 8,6-26,7 % P; 5,6 % P

Literatur: Khalil et al. 1994, Kuchta et al. 2009

Darstellung: Fototafel 7 A-B

Besonderheiten: Diese Gattung stellt für *S. argus* einen neuen Wirtsnachweis dar.

Ordnung: Tetraphyllidea Carus, 1863

Familie: unbestimmt

Scolex pleuronectis

Stadium: larval (Plerocercoid)

Beschreibung: Der Scolex weist vier rundliche, ungestielte Bothrien (Bo) sowie eine im Zentrum liegende, apikale Scheibe (aS) auf. Hier handelt es sich um Plerocercoide, welche aufgrund fehlender Identifikationsmerkmale nicht bis auf Artniveau bestimmt werden können. Adulte Tiere lassen sich im Spiraldarm von Elasmobranchii und Holocephalen nachweisen, was darauf schließen lässt, dass es sich bei den Fischen, aus denen diese Plerocercoide isoliert wurden, um Zwischenwirte handeln muss.

Vermessungen (Länge; Durchmesser in mm)**:** Gesamtlänge: 0,45-0,65 (0,55). Bothridie: (Durchmesser): 0,15-0,18 (0,165). (n = 2).

Wirt und Habitat: *E. coioides*: SA 3, B; *E. fuscoguttatus*: PS

Sitz: Darmlumen, Darmwand, Magenlumen, Magenwand, Pylorus

Befall: 2,9-42,9 % P; 2,9-11,4 % P

Darstellung: Abb. 20

Literatur: Khalil et al. 1994

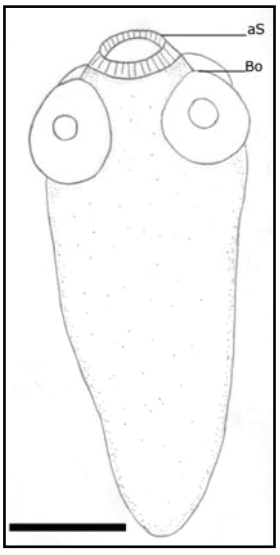


Abbildung 20: Habitus von *Scolex pleuronectis.* Balken: 0,05 mm.

Ordnung: Trypanorhyncha Diesing, 1863

Familie: Lacistorhynchidae Guiart, 1927

Callitetrarhynchus gracilis Pinter, 1931

Stadium: larval (Plerocercoid)

Beschreibung: Die Familie der Lacistorhynchidae Guiart, 1927 zeichnet sich durch einen Scolex in variabler Größe mit zwei entgegengesetzten Bothrien (Bo) sowie der Tatsache aus, dass sich der Pars Bulbosa außerhalb des Pars Bothrialis befindet. Der Bereich des Pars Vaginalis ist lang und die Bothrien sind nicht mit dem Kopfstiel verschmolzen. Die Ränder sind lateral und posterior freistehend und posterior zusätzlich eingekerbt. Bothriale Gruben sind nicht vorhanden. Die distale Seite der Bothrienoberfläche und die Sinnesgruben sind mit verschiedenartigen Mikrotrichen überzogen. Bei Adulten der Gattung *Callitetrarhynchus* Pinter, 1931 befindet sich die Genitalpore im posterioren Segmentdrittel (hier nicht vorliegend, da es sich um ein larvales Exemplar handelt). *Callitetrarhynchus gracilis* Pinter, 1931 zeichnet sich durch einen verlängerten Scolex mit zwei schwach eingekerbten Bothrien (Bo) ohne Gruben aus. Die Tentakel (T) sind lang und schmal ohne basale Schwellung. Die Tentakelscheiden (Ts) sind spiralig. Der Retraktormuskel setzt am anterioren Ende der Bulben (Bu) an. Der Scolex ist mit fünf verschiedenen spiniformen und filiformen Mikrotrichentypen überzogen, auch am posterioren Ende sind Mikrotrichen lokalisiert (Mt). Die metabasale Behakung ist atypisch poeciloacanth, heteromorph und in einer aufsteigenden Halbspirale von sieben Haupthaken angeordnet. Ein Pars Postbulbosa ist nicht vorhanden. Die Plerocercoide befanden sich im Wirt noch in den Blastocysten.

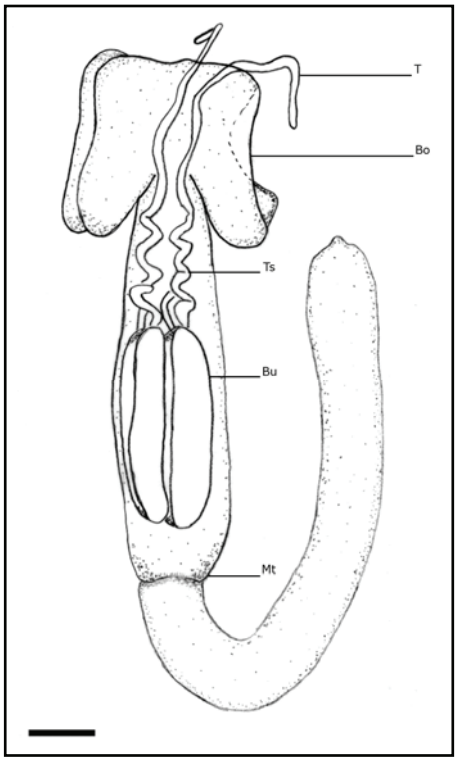


Abbildung 21: Habitus von *Callitetrarhynchus gracilis.* Balken: 0,20 mm.

Vermessungen (Länge; Durchmesser in mm): Gesamtlänge: 5,75. Pars Bothrialis: 0,32; 0,31. Pars Bulbosa: 0,56; 0,37. Appendixlänge: 2,84. Tentakel: 0,80-0,85 (0,825); 0,03. (n = 1).

Wirt und Habitat: *E. coioides*: B; *E. areolatus*: B

Sitz: Darm, Leibeshöhle

Befall: 3,3 % P; 6,7 % P

Darstellung: Abb. 21, Fototafel 8 A-E

Literatur: Palm 2004

Besonderheiten: Diese Art stellt für *E. coioides* und *E. areolatus* sowohl einen neuen Wirts-/ als auch für Bali einen neuen Gebietsnachweis dar.

Familie: Pseudotobothriidae Palm, 1995

Parotobothrium balli (Southwell, 1929) Palm, 2004

Stadium: larval (Plerocercoid)

Beschreibung: Die Familie der Pseudotobothriidae Palm, 1995 zeichnet sich durch einen Scolex in variabler Größe, zwei Bothrien sowie der Tatsache aus, dass sich der Pars Bulbosa außerhalb des Pars Bothrialis befindet. Der Bereich des Pars Vaginalis ist lang und die Bothrien sind nicht mit dem Kopfstiel verschmolzen, so dass die Ränder lateral und posterior freistehen. Die Oberfläche der Bothrien ist mit Mikrotrichen versehen. Der Plerocercoid (Larvalform) befindet sich noch in einer Blastocyste. Die Gattung *Parotobothrium* Palm, 2004 weist an der basalen und metabasalen Tentakeloberfläche eine typisch heteromorphe und homeoacanthe Behakung auf. Außerdem sind die beiden ovalen Bothrien (Bo) zwar ohne verdickten Rand, jedoch mit einer tiefen Falte (Fa) und Gruben an den Bothrienrändern ausgestattet. *Parotobothrium balli* (Southwell, 1929) Palm, 2004, zeichnet sich durch das Vorhandensein von vier langen Tentakeln (T) aus, die keine basale Schwellung und keine typische Basalbehakung aufweisen. Die Haken sind aus je fünf Haken zusammensetzenden Rauten angeordnet. Die Haken der bothrialen Seite weisen eine breite Basis auf, sind groß und gekrümmt und werden in basaler Richtung immer kleiner, während die auf der antibothrialen Seite eher schlank und nadelförmig sind.

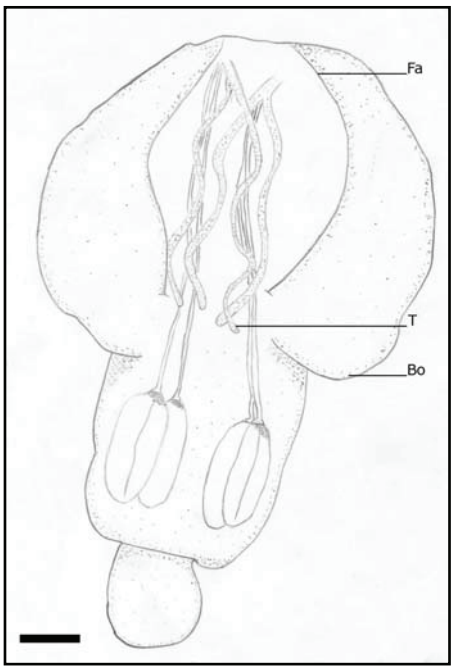


Abbildung 22: Habitus von *Parotobothrium balli.* Balken: 0,20 mm.

Vermessungen (Länge; Durchmesser in mm)**:** Gesamtlänge: 1,72-1,80 (1,76). Pars Bothrialis: 0,95-0,96 (0,955); 1,07-1,13 (1,10). Pars Bulbosa: 0,35-0,40 (0,375); 0,42-0,43 (0,425). Pars Vaginalis: 1,03-1,05 (1,04); 1,07-1,13 (1,10). Appendix: 0,28-0,30 (0,29); 0,24-0,28 (0,26). Tentakel: 0,76-0,83 (0,795); 0,03-0,04 (0,035). (n = 2).

Wirt und Habitat: *E. coioides*: B; *E. areolatus*: B

Sitz: Magenwand

Befall: 8,6 % P, 3,3 % P

Darstellung: Abb. 22, Fototafel 7 C

Literatur: Palm 2004

Besonderheiten: Diese Art stellt für *E. areolatus* sowohl einen neuen Wirts-/ als auch für Bali einen neuen Gebietsnachweis dar.

Ordnung: nicht bestimmt

Familie: nicht bestimmt

Cestoda indet.

In dieser Gruppe wurden alle Cestoda zusammengefasst, die aufgrund fehlender oder unkenntlicher bestimmungsrelevanter Strukturen nicht weiter identifiziert werden konnten. Auf dem Bild in der Fototafel ist eine Cestodenlarve, die sich noch in der Entwicklung befindet, erkennbar.

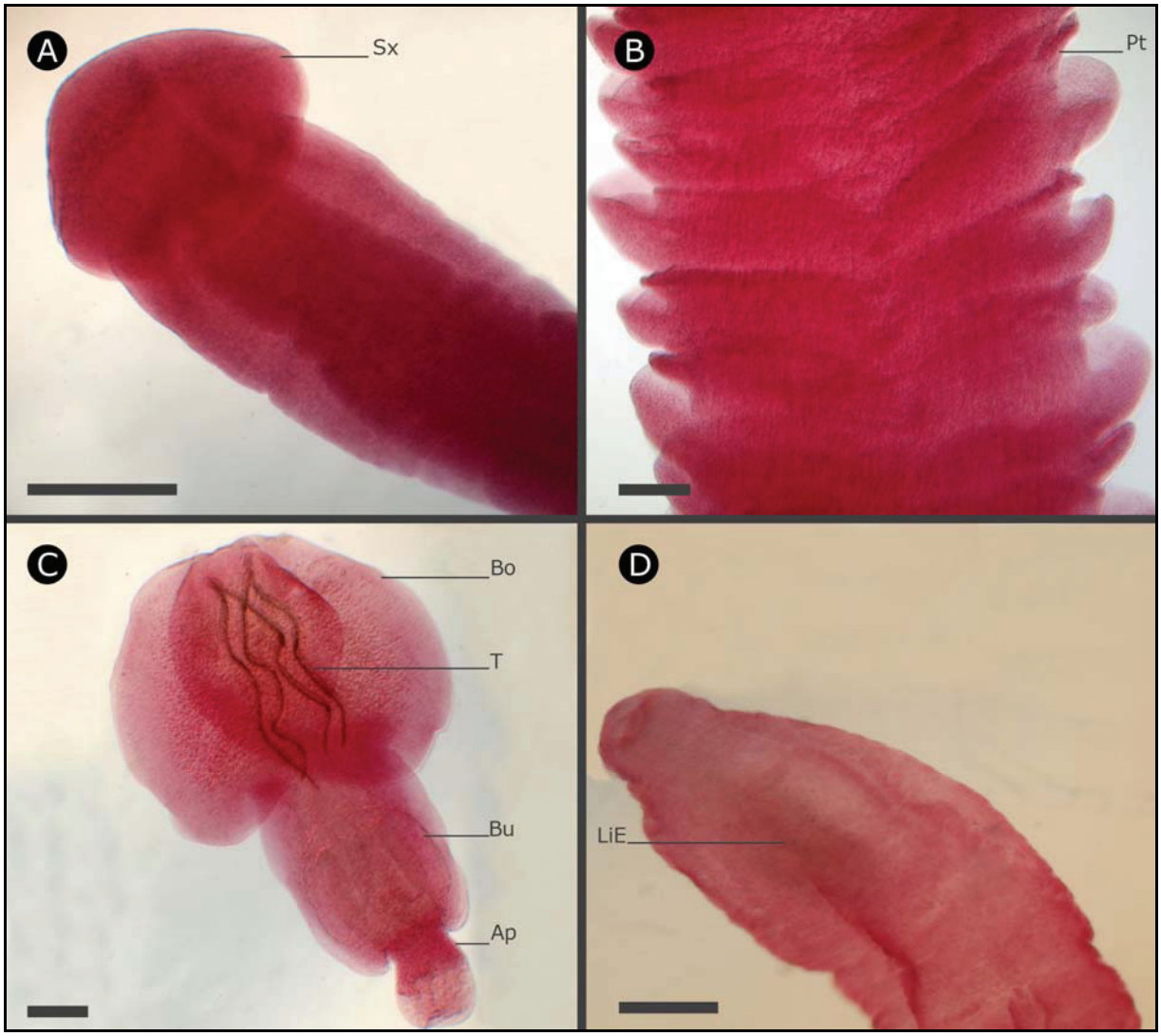
Vermessungen (Länge ; Durchmesser in mm)**:** Blastocyste: (Breite): 0,57. Larve: 0,34; 0,18. (n = 1).

Wirt und Habitat: *E. areolatus*: B

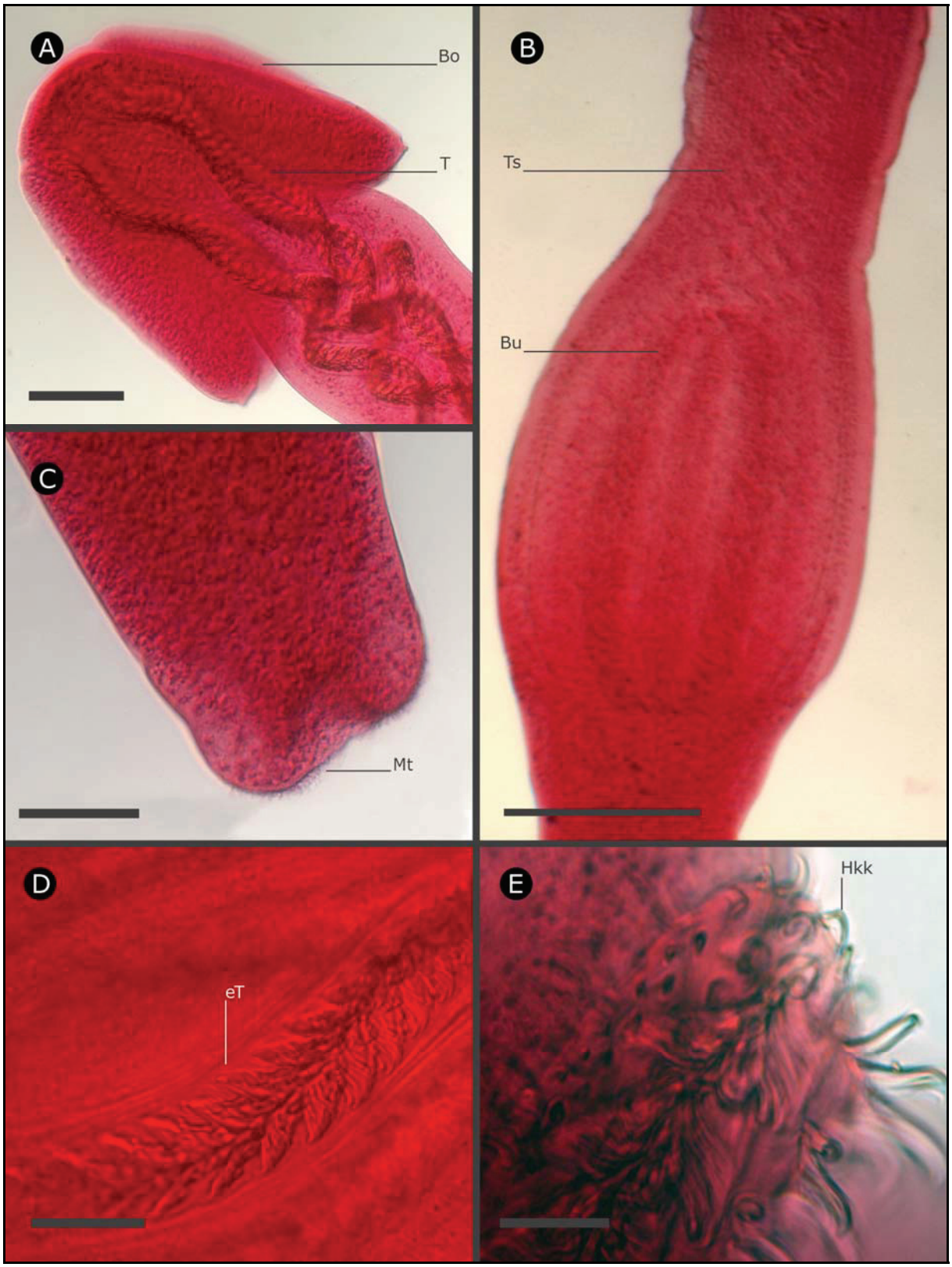
Sitz: Magen

Befall: 6,7 % P

Darstellung: Fototafel 7 D



Fototafel 7: Cestoda I: (A-B) *Bothriocephalus* sp. (A) Scolex. (B) Proglottiden. (C) Habitus von *Parotobothrium balli*. (D) Cestoda indet.: Larve in Entwicklung. Balken: A, 0,40 mm; B, 0,15 mm; C-D, 0,20 mm. Ap: Appendix, Bo: Bothrien, Bu: Bulben, LiE: Larve in Entwicklung, Pt: Proglottiden, Sx: Scolex, T: Tentakel. A-D: Kanadabalsampräparate.



Fototafel 8: Cestoda II: (A-E) *Callitetrarhynchus gracilis.* (A) Pars Bothrialis. (B) Pars Bulbosa und Tentakelscheiden. (C) Teil der Pars Postbulbosa mit Mikrotrichen. (D) Detailansicht der eingestülpten Tentakel. (E) Detailansicht der Hakenkette. Balken: A, 0,20 mm; B, 0,25 mm; C, 0,15 mm; D, 0,10 mm; E, 0,05 mm. Bo: Bothrien, Bu: Bulben, eT: eingestülpter Tentakel, Hkk: Hakenkette, Mt: Mikrotrichen, T: Tentakel, Ts: Tentakelscheide. A-E: Kanadabalsampräparate.

4.2.6 Nematoda

Ordnung: Ascaridida Skrjabin & Schulz, 1940

Familie: Anisakidae Chabaud, 1965

Anisakis typica Diesing, 1860

Stadium: larval (L3)

Beschreibung: Die Gattung *Anisakis* Dujardin, 1845 zeichnet sich durch einen lang gezogenen Ventrikel (Ve) und das Fehlen von Appendix und Caecum aus. Der Exkretionsporus liegt direkt unter dem nach ventral ausgerichteten Larvenzahn (LZ). Der Oesophagus (Oe) ist lang und gut ausgebildet. Der Nervenring (NR) befindet sich ca. 0,30-0,36 (0,33) mm hinter der anterioren Körperspitze. Am posterioren Ende sind die Rektaldrüsen (RD) lokalisiert. Die gefundenen Exemplare wurden mittels molekulargenetischer Methoden bis zur Art *Anisakis typica* Diesing, 1860 bestimmt (siehe 4.3). Adulte Nematoda dieser Gattung parasitieren marine Säugetiere (Delphinidae). Der Mensch kann einen Fehlwirt darstellen, was diese Gattung als zoonotischen Parasiten kennzeichnet.

Wirt und Habitat: *E. areolatus*: SA 4, B

Sitz: Darm, Darmwand, Gonaden, Leibeshöhle, Magen: außen, Magenwand, Mesenterien, Pylorus

Befall: 73,3 % P

Darstellung: Abb. 23, Fototafel 9 B-C

Literatur: Anderson 2002, Moravec 1998, Palm et al. 2008

Besonderheiten: Diese Art stellt einen neuen Gebietsnachweis für die Segara Anakan, Java, Indonesien dar.

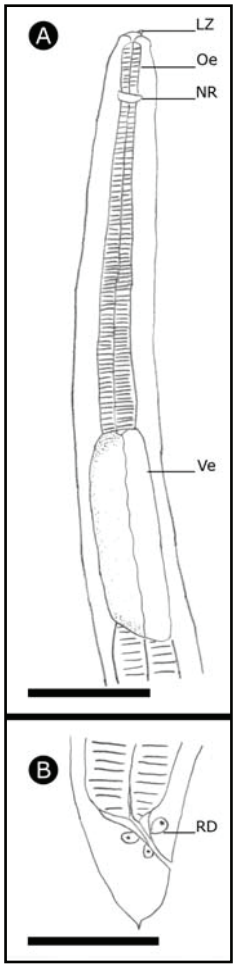


Abbildung 23:
Anisakis typica.
(A) Vorderende.
(B) Hinterende.
Balken: A+B: 0,50 mm.

***Anisakis* sp. (HC-2005)**

Stadium: larval (L3)

Beschreibung: Die typischen Bestimmungsmerkmale (siehe *Anisakis typica*) führen zur Gattung *Anisakis* Dujardin, 1845. Dies konnte mittels molekulargenetischer Methoden untermauert werden (siehe 4.3, Abb. 36, Tab10).

Wirt und Habitat: *E. areolatus*: SA 4

Sitz: Darm, Magenwand

Befall: 3,3 % P

Literatur: Anderson 2002, Kuhn 2010, Moravec 1998

Besonderheiten: Diese morphologisch als Adultus noch unbeschriebene, jedoch molekulargenetisch eigenständige Art stellt einen neuen Gebietsnachweis für die Segara Anakan, Java Indonesien, dar.

Nach Kuhn (2010) handelt es sich bei (HC-2005) um eine bisher nicht klassifizierte, genetische Variante der Gattung *Anisakis*.

***Raphidascaris* sp.**

Stadium: larval (L3)

Beschreibung: Die Gattung *Raphidascaris* Railliet & Henry, 1915 zeichnet sich durch gut ausgebildete, komplexe Lippenstrukturen (LA) und einen kleinen, rundlichen Ventrikel (Ve) mit einem nach posterior gerichteten Appendix (Ap) aus, welcher in etwa der selben Länge wie der muskulöse Oesophagus (Oe) entspricht. Ein Caecum ist nicht vorhanden. Auf Höhe des Nervenringes (NR) liegt der Exkretionsporus. Der Darm (Da) ist durchgängig mit anschließenden Rektaldrüsen (RD) am spitz zulaufenden posterioren Ende, wo ein Mucron (Mc) aufsitzt. Adulte Nematoda der Gattung *Raphidascaris* befallen Teleostei und Elasmobranchii.

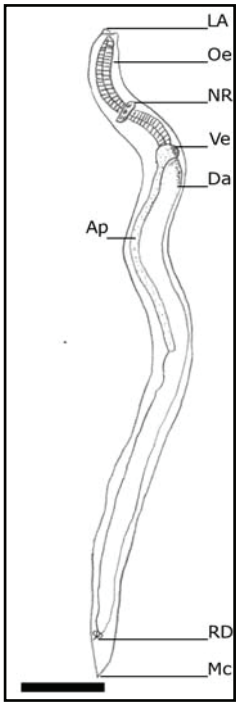


Abbildung 24: Habitus von *Raphidascaris* sp. Balken: 0,10 mm.

Vermessungen (Länge; Durchmesser in mm)**:** Gesamt: 2,40-2,48 (2,44); 0,05-0,08 (0,065). Lippenanlagen: (Durchmesser): 0,022-0,026 (0,024). Ventrikel: (Durchmesser): 0,027-0,028 (0,0275). Appendix: (Durchmesser): 0,04-0,05 (0,045). Oesophagus: 0,210-0,215 (0,2125); 0,020-0,022 (0,021). Darm: (Durchmesser): 0,03-0,04 (0,035). (n = 2).

Wirt und Habitat: *E. coioides*: SA 3, SA 4, B; *E, areolatus*: B; *E. fuscoguttatus*: PS

Sitz: Darmwand, Gonaden, Magenlumen, Magenwand, Mesenterien, Pylorus

Befall: 2,9-28,6 % P; 36,7 % P; 28,6-31,4 % P

Darstellung: Abb. 24, Fototafel 9 A

Literatur: Anderson 2002, Moravec 1994, 1998

Besonderheiten: Diese Gattung stellt für *E. areolatus* sowohl einen neuen Wirts-/ als auch für Bali einen neuen Gebietsnachweis dar.

Familie: Cucullanidae Cobbold, 1864

***Cucullanus* sp.**

Stadium: larval

Beschreibung: Die Gattung *Cucullanus* Müller, 1777 ist durch eine dicke Cuticula, eine lange und schlanke Körperform sowie der Abwesenheit von Lippenstrukturen/Pseudolabia und Caecum gekennzeichnet. Die dorsoventral verlängerte Mundöffnung (Mf) ist von einer Vielzahl Zähnchen umgeben. Sie geht in den gut ausgebildeten Oesophagus (Oe) über, an welchen sich der Darm

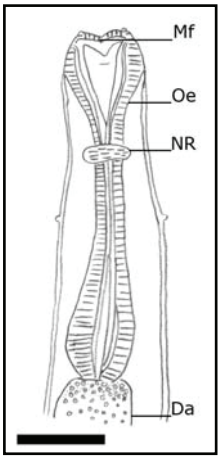


Abbildung 25: Vorderende *Cucullanus* sp. Balken: 0,20 mm.

(Da) anschließt. Der Nervenring (NR) ist gut erkennbar. Adulte Vertreter dieser Gattung infestieren Fische und in einigen Fällen Schildkröten sowohl in Süßwasser als auch in marinen Habitaten.

Vermessungen (Länge; Durchmesser in mm)**:** Gesamt: 4,52; 0,21. Oesophagus: 0,71; (vor Nervenring): 0,14, (hinter Nervenring): 0,10. (n = 1).

Wirt und Habitat: *S. argus*: SA 3, SA 4

Sitz: Darmlumen, Leibeshöhle

Befall: 5,0-30,0 % P

Darstellung: Abb. 25, Fototafel 10 A

Literatur: Anderson 2002, Moravec 1994

Ordnung: Spirurida Chitwood, 1933

Familie: Camallanidae Railliet & Henry, 1915

Camallanus carangis Olsen, 1954

Stadium: adult

Beschreibung: Zu den eindeutigen Identifikationsmerkmalen der Familie der Camallanidae Railliet & Henry, 1915 gehören die externe Kopfkapsel, bestehend aus vier großen und vier rudimentären Papillen. Die Gattung *Camallanus* Railliet & Henry, 1915 zeichnet sich durch eine schlitzartige Mundöffnung, eine zweischalige orangerot gefärbte Kopfkapsel (KK) mit einer längsverlaufenden Verdickung (Vd), beidseitig lateral verlaufenden Dreizacken (DZ) und einem basal gelegenen Ring (BR) aus. Die Art *Camallanus carangis* Olsen, 1954 weist eine sklerotisierte Kopfkapsel auf, welche in den muskulösen und danach in den drüsigen Oesophagus übergeht. Der sich daran anschließende Darm ist durchgehend und gerade geformt. Der Nervenring (NR) sitzt am anterioren Ende des muskulösen Oesophagus (MOe). Die Vulva liegt in der posterioren Körperhälfte und mündet in den Uterus. Adulte Vertreter dieser Gattung infestieren Reptilien, Amphibien und Fische.

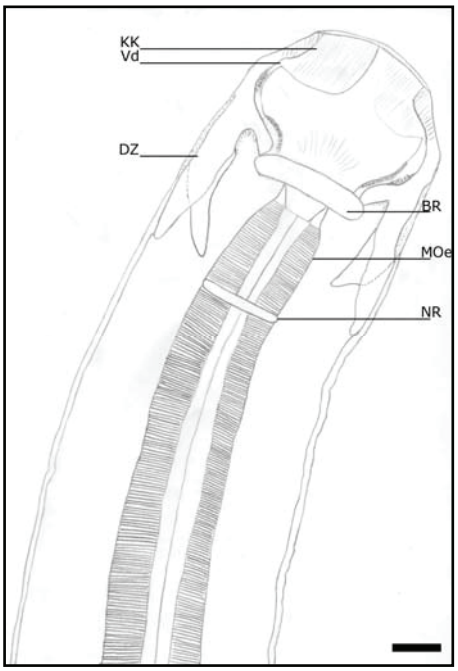


Abbildung 26: Vorderende *Camallanus carangis.* Balken: 0,04 mm.

Vermessungen (Länge; Durchmesser in mm)**:** Gesamtbreite: 0,21. Kopfkapsel: 0,105; 0,115. Dreizack: 0,08; 0,02. Basaler Ring: 0,015; 0,065, (Abstand zum Nervenring, unterer Rand zum oberen Rand): 0,065. Muskulöser Oesophagus: 0,97; 0,07. Drüsiger Oesophagus: 1,0; 0,9. Darm: (Breite): 0,07. (n = 1).

Wirt und Habitat: *E. coioides*: B; *E. fuscoguttatus*: PS

Sitz: Pylorus

Befall: 2,9 % P

Darstellung: Abb. 26, Fototafel 10 B

Literatur: Moravec 1998, Rigby et al. 1998

Besonderheiten: Diese Art stellt einen neuen Gebietsnachweis für Bali dar. In der vorangegangenen Arbeit von Rückert (2006) als *Camallanus paracarangis* Velasques, 1980 benannt.

Familie: Philometridae Baylis & Daubney, 1926

***Philometra* sp.**

Stadium: adult

Beschreibung: Anhand der einfachen Mundstrukturen und der sich im Uterus befindenden Larven (siehe Fototafel 10 F) und somit der Viviparie können die Exemplare eindeutig der Familie der Philometridae Baylis & Daubney, 1926 zugeordnet werden. Bei den isolierten Vertretern der Gattung *Philometra* Costa, 1845 handelt es sich um relativ große Nematoda, die eine glatte Oberfläche und ein abgerundetes Hinterende aufweisen. Bei den isolierten Nematoda handelt es sich ausschließlich um weibliche Tiere. Die anterioren Papillen sind gut sichtbar und gehen in den langen, nahe der Mundöffnung geschwollenen Oesophagus über. Der drüsige Teil des Oesophagus erstreckt sich anterior von der Mitte des Oesophagus bis zum posterior liegenden Ventrikel. Der Darm verläuft gerade bis zum Hinterende, wo er sich zurückbildet. Sowohl Vulva als auch Vagina fehlen. Die Ovarien sind schmal und liegen nahe dem Vorder- und Hinterende. Der Uterus ist mit Eiern und Larven angefüllt.

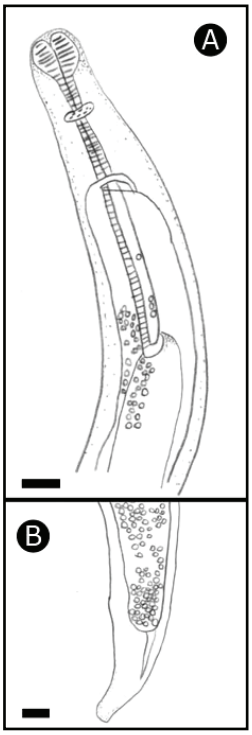


Abbildung 27:
Philometra sp.
(A) Vorderende.
(B) Hinterende.
Balken: A+B, 0,30 mm.

Vermessungen (Länge; Durchmesser in mm)**:** Gesamt: 23,67-24,97 (24,32); 0,35-0,48 (0,415). Papillen: 0,08-0,09 (0,085); 0,09-0,11 (0,10). Oesophagus: (bis zum drüsigen Teil): 1,02-1,08 (1,05); 0,06. Uterus: (Durchmesser): 0,34-0,36 (0,35). (n = 2).

Wirt und Habitat: *E. coioides*: SA 3, SA 4, B; *E. areolatus*; B

Sitz: Gonaden, Kiemen, Kiemenhöhle, Mesenterien, Mundhöhle, Nasenhöhle, Operculi

Befall: 22,6-34,3 % P; 10,0 % P

Darstellung: Abb. 27, Fototafel 10 C-F

Literatur: Anderson 2002, Moravec 1998, Rasheed 1963

***Spirophilometra* sp.**

Stadium: larval

Beschreibung: Die typischen Bestimmungsmerkmale (siehe *Philometra* sp.) führen zur Familie Philometridae. Isolierte Nematoda der Gattung *Spirophilometra* Parukhin, 1971, weisen ein gerundetes Hinterende, eine Schwellung des Oesophagus und dreieckige Fortsätze an der Oberfläche auf, angeordnet in bis zu drei, vorwiegend gleichmäßig transversalen Reihen.

Der Oralapparat ist groß, oval und von vier Paar cephalen Papillen umrundet. Der drüsige Teil des Oesophagus erstreckt sich anterior vom Nervenring bis posterior zum kleinen Ventrikel. Der Darm verläuft gerade bis zum Hinterende, wo er sich zurückbildet. Sowohl Vulva als auch Vagina fehlen. Die Ovarien sind lang und schmal und liegen nahe dem Vorder- und Hinterende. Der Uterus ist mit Eiern und Larven (Lv) angefüllt. Eine weitere morphologische Bestimmung lässt sich nur anhand der kleineren männlichen Exemplare durchführen, welche aber nicht isoliert werden konnten.

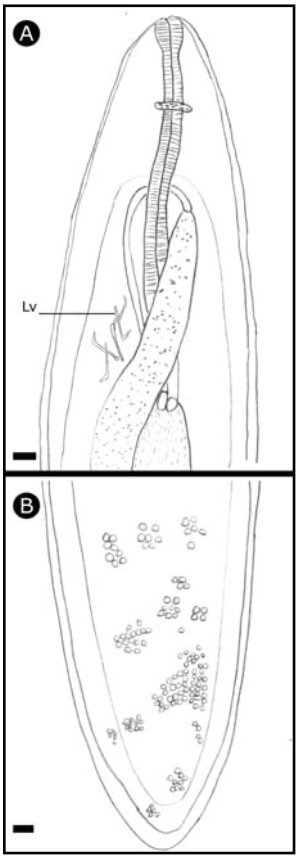


Abbildung 28:
Spirophilometra sp.
(A) Vorderende.
(B) Hinterende.
Balken: A+B, 0,17 mm.

Vermessungen (Länge; Durchmesser in mm)**:** Gesamt: 24,22-26,31 (25,265); 0,64-0,68 (0,66). Papillen: 0,06; 0,06. Oesophagus: (bis zum drüsigen Teil): 0,90-0,94 (0,92); 0,05. Uterus: (Durchmesser): 0,27-0,29 (0,28). (n = 2).

Wirt und Habitat: *E. coioides*: SA 3, SA 4, B

Sitz: Flossen

Befall: 23,3-42,9 % P

Darstellung: Abb. 28, Fototafel 10 G-H

Literatur: Anderson 2002, Moravec 1998, Rasheed 1963

Besonderheiten: Diese Gattung stellt für Bali einen neuen Gebietsnachweis dar. In vorangegangenen Arbeiten (Rückert 2006, Yuniar 2005) wurden Exemplare dieser Gattung als *Philometroides* sp. bestimmt.

Ordnung: nicht bestimmt

Familie: nicht bestimmt

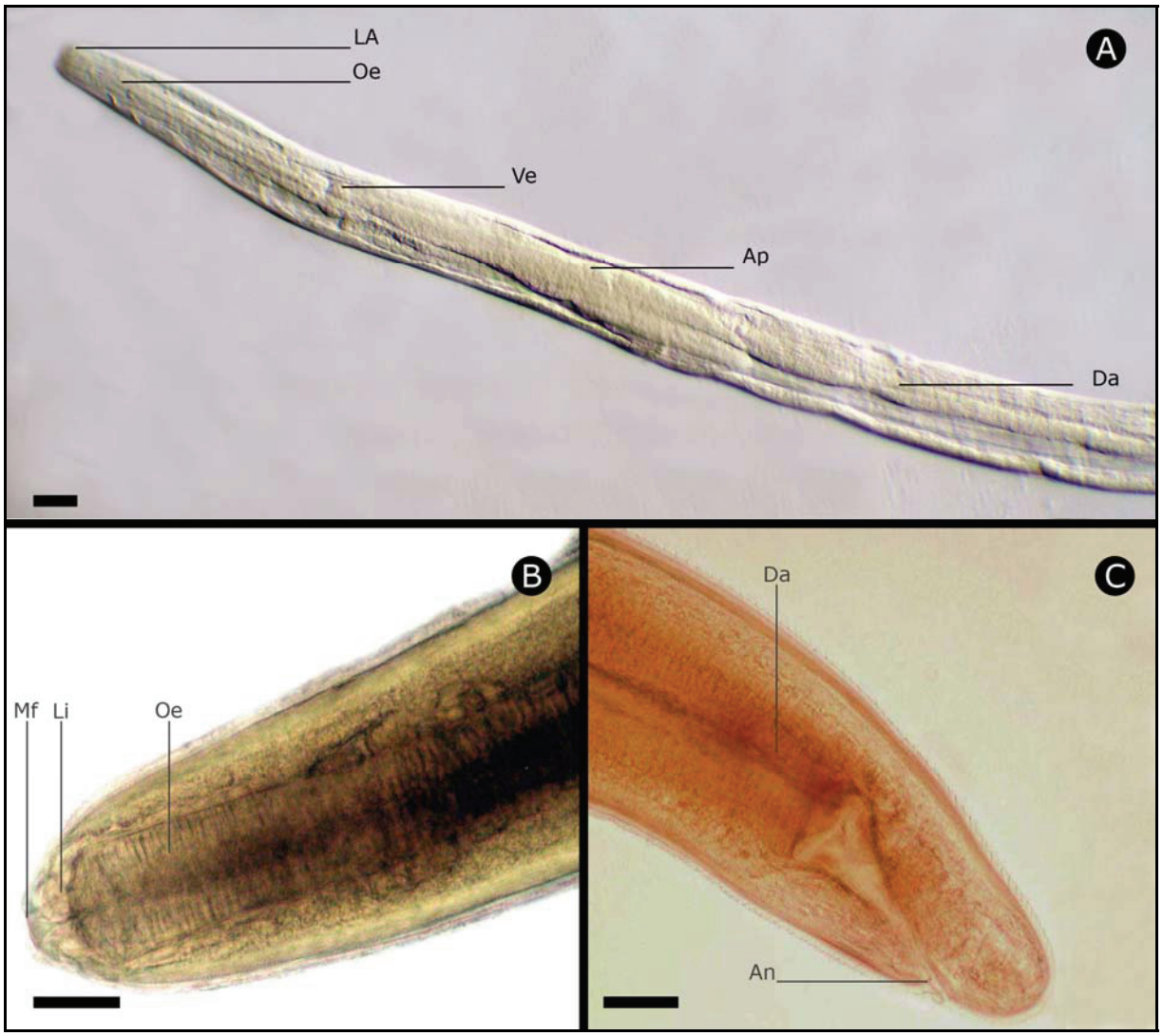
Nematoda indet. I/II

In dieser Gruppe wurden alle Nematoda zusammengefasst, die aufgrund fehlender oder unkenntlicher bestimmungsrelevanter Strukturen nicht weiter identifiziert werden konnten (Nematoda indet. I). Von manchen Exemplaren konnten nur die Hüllen isoliert werden (Nematoda indet. II), die noch im Wirtsgewebe saßen. Auch diese sind hier zusammengefasst aufgeführt.

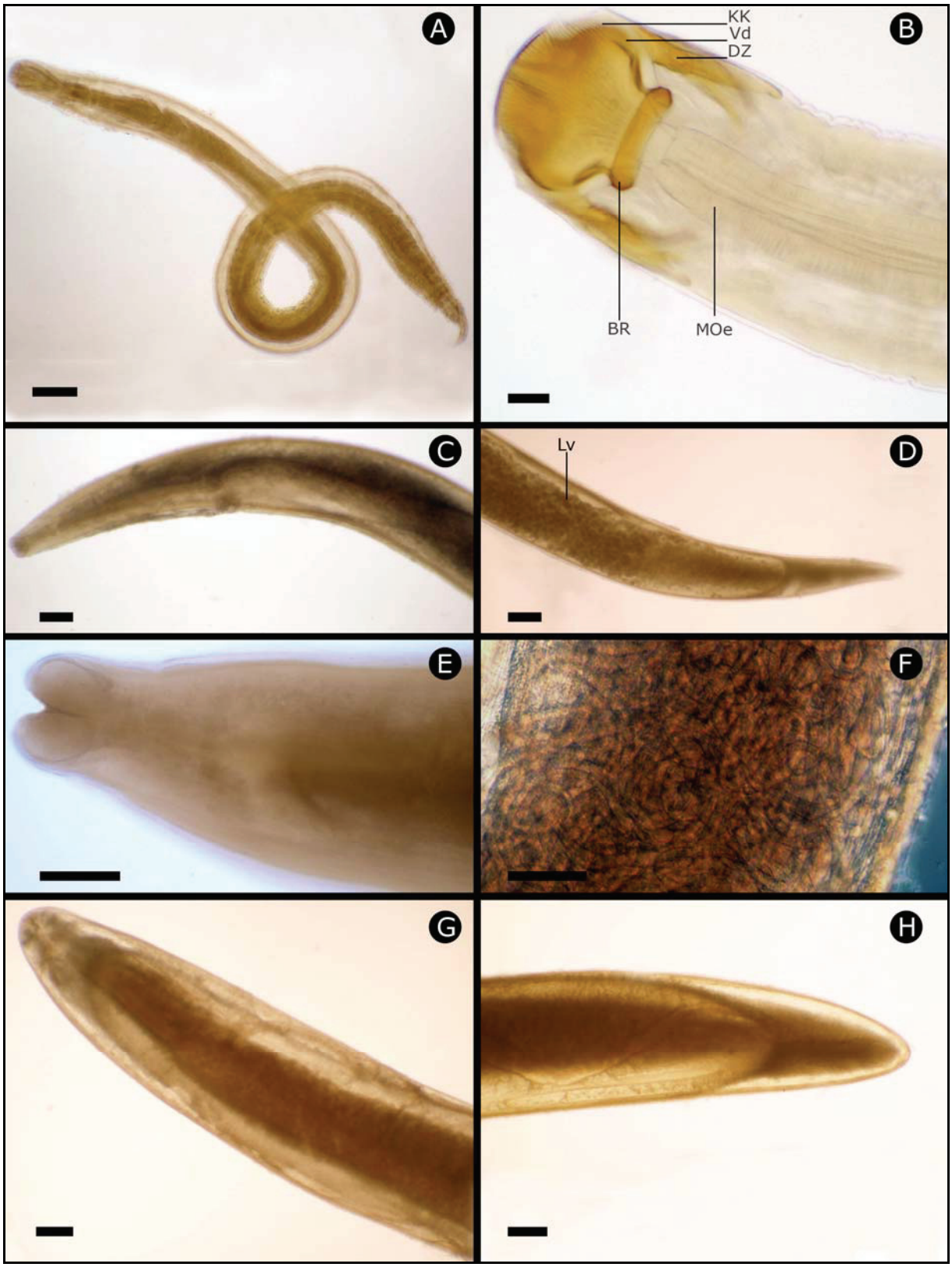
Wirt und Habitat: *E.coioides*: SA 3, SA 4, B; *E. areolatus*: SA 4, B; *E. fuscoguttatus*: PS; *S. argus*: SA 3

Sitz: Darmlumen, Darmwand, Gonaden, Leibeshöhle, Magenlumen, Magenwand, Mesenterien, Operculi, Pylorus

Befall: 2,9-22,9 % P; 3,3-10,0 % P; 5,7-8,6 % P; 5,0 % P



Phototafel 9: Nematoda I: (A) Anteriorer Teil von *Raphidascaris* sp. (B-C) *Anisakis typica.* (B) Anterior. (C) Posterior. Balken: A, 0,06 mm; B-C, 0,14 mm. An: Anus, Ap: Appendix, Da: Darm, LA: Lippenanlage, Li: Lippen, Mf: Mundöffnung, Oe: Oesophagus, Ve: Ventrikel. A-C: Glycerinpräparate.



Fototafel 10: Nematoda II: (A) Habitus von *Cucullanus* sp. (B) Anteriorer Teil von *Camallanus carangis*. (C-F) *Philometra* sp. (C) Anterior. (D) Posterior mit Larven. (E) Detailansicht der Lippenstrukturen. (F) Detailansicht: Uterus mit Larven. (G-H) *Spirophilometra* sp. (G) Anterior. (H) Posterior. Balken: A, 0,20 mm; B, 0,035 mm; C, 0,18 mm; D, 0,15 mm; E, 0,10 mm; F, 0,20 mm; G-H, 0,17 mm. BR: basaler Ring, DZ: Dreizack, KK: Kopfkapsel, Lv: Larven, MOe: muskulärer Oesophagus, Vd: Verdickung. A-H: Glycerinpräparate.

4.2.7 Acanthocephala

Ordnung: Echinorhynchida Southwell & MacFie, 1925

Familie: Cavisomidae Meyer, 1932

Filisoma rizalinum Tubangui & Masilungan, 1946

Stadium: adult (subadult: Cystacanth)

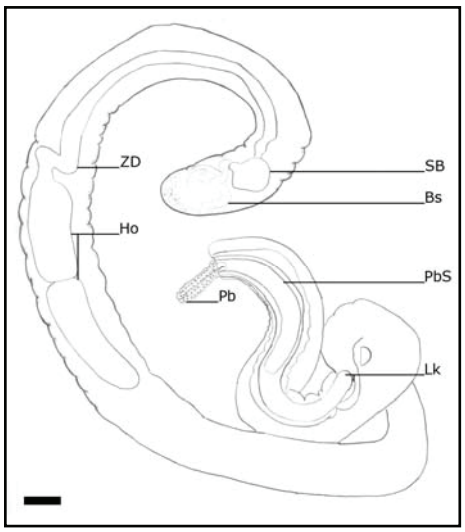


Abbildung 29: Habitus von *Filisoma rizalinum.* Balken: 0,20 mm.

Beschreibung: Die Ordnung der Echinorhynchida Southwell & MacFie, 1925 zeichnet sich durch ihre typische Körperbehakung, die Form und Behakung der Proboscis und der doppelwandigen Proboscisscheide aus. Die Familie Cavisomidae Meyer, 1932, umfasst zehn verschiedene Gattungen: *Caballerorhynchus* Salgado-Maldonado, 1977, *Cavisoma* Van Cleve, 1931, *Echinorhynchoides* Achmerov et al. 1941, *Femogibbosus* Paruchin, 1973, *Filisoma* Van Cleve, 1928, *Megapriapus* Golvan et al. 1964, *Neorhadinorhynchus* Yamaguti, 1939, *Paracavisoma* Kritscher, 1957, *Pseudocavisoma* Golvan & Houin, 1964 und *Rhadinorhynchoides* Fukui & Morisita, 1937. Die Gattung *Filisoma* Van Cleve, 1928 weist einen schmalen, langen, stachellosen Körper auf. An der zylindrisch geformten, langen Proboscis (Pb) befinden sich 16 bis 24 leicht gebogene, alternierende Längsreihen mit jeweils 23 bis 24 Haken, deren Größe zum posterioren Ende der Proboscis abnimmt. Die Art *Filisoma rizalinum* Tubangui & Masilungan, 1946 weist nach Yamaguti (1963b) und Golvan (1969) an ihrer Proboscis 23 bis 24 Haken, angeordnet in 16 Längsreihen, auf. Die Lemnisken (Lk) sind länger als die Proboscisscheide (PbS). Die Proboscisscheide selbst ist lang und doppelwandig und weist an ihrer Basis ein Ganglion auf. Die Hoden (Ho) der Männchen sind in der Körpermitte lokalisiert. Bei den Männchen sind in der posterioren Körperhälfte vier lange Zementdrüsen (ZD) untereinander angeordnet. Am posterioren Ende befindet sich die Samenblase (SB) und die Bursa copulatrix (Bs).

Vermessungen (Länge; Durchmesser in mm)**:** Gesamt: 25,30-26,75 (26,025); 0,39-0,42 (0,415). Proboscis: 0,41-0,43 (0,42); 0,9-0,11 (0,10). Proboscisscheide: (Durchmesser): 0,14-0,16 (0,15). Hoden: 0,81-0,99 (0,9); 0,28-0,34 (0,31). Zementdrüsen: 3,50-3,62 (3,56); 0,15. Samenblase: 0,26-0,28 (0,27); 0,25-0,27 (0,26). (n = 2).

Wirt und Habitat: *S. argus*: SA 3, SA 4

Sitz: Darmlumen, Darmwand, Pylorus

Befall: 11,1-35,0 % P

Darstellung: Abb. 29, Fototafel 11 A

Literatur: Golvan 1969, Yamaguti 1963b

Besonderheiten: In vorangegangener Arbeit von Rückert et al. (2009a) und Yuniar (2005) als *Filisoma* cf. *indicum* van Cleave, 1928, bestimmt.

Fototafel 11: Acanthocephala I: (A) Teile des Habitus von *Filisoma rizalinum.* Balken: A, 0,20 mm. Bs: Bursa copulatrix, Ho: Hoden, Pb: Proboscis, PbS: Proboscisscheide, SB: Samenblase, ZD: Zementdrüsen. Glycerinpräparat.

Familie: Rhadinorhynchidae Travassos, 1923

Serrasentis sagittifer (Linton, 1889) Linton, 1932

Stadium: larval (Cystacanth)

Beschreibung: Die Art *Serrasentis sagittifer* (Linton, 1889) Linton, 1932 weist an der Proboscis 24 längsverlaufende Hakenreihen, bestehend aus je 14 bis 18 Haken auf. Weitere wichtige Bestimmungsmerkmale sind die zu Kämmen querverlaufenden, verschmolzenen Haken (23-28) auf der Ventralseite (siehe Fototafel 12 A-B).

Vermessungen (Länge; Durchmesser in mm)**:** Gesamtlänge: 6,10-6,22 (6,16). Proboscis: (mit Haken): 0,78-0,82 (0,80); 0,36-0,45 (0,405). Hakenlänge: (Proboscis): 0,05-0,06 (0,055). Hakenlänge: (Kämme; Außenkante): 0,09-0,11 (0,10). (n = 2).

Wirt und Habitat: *E. areolatus*: B

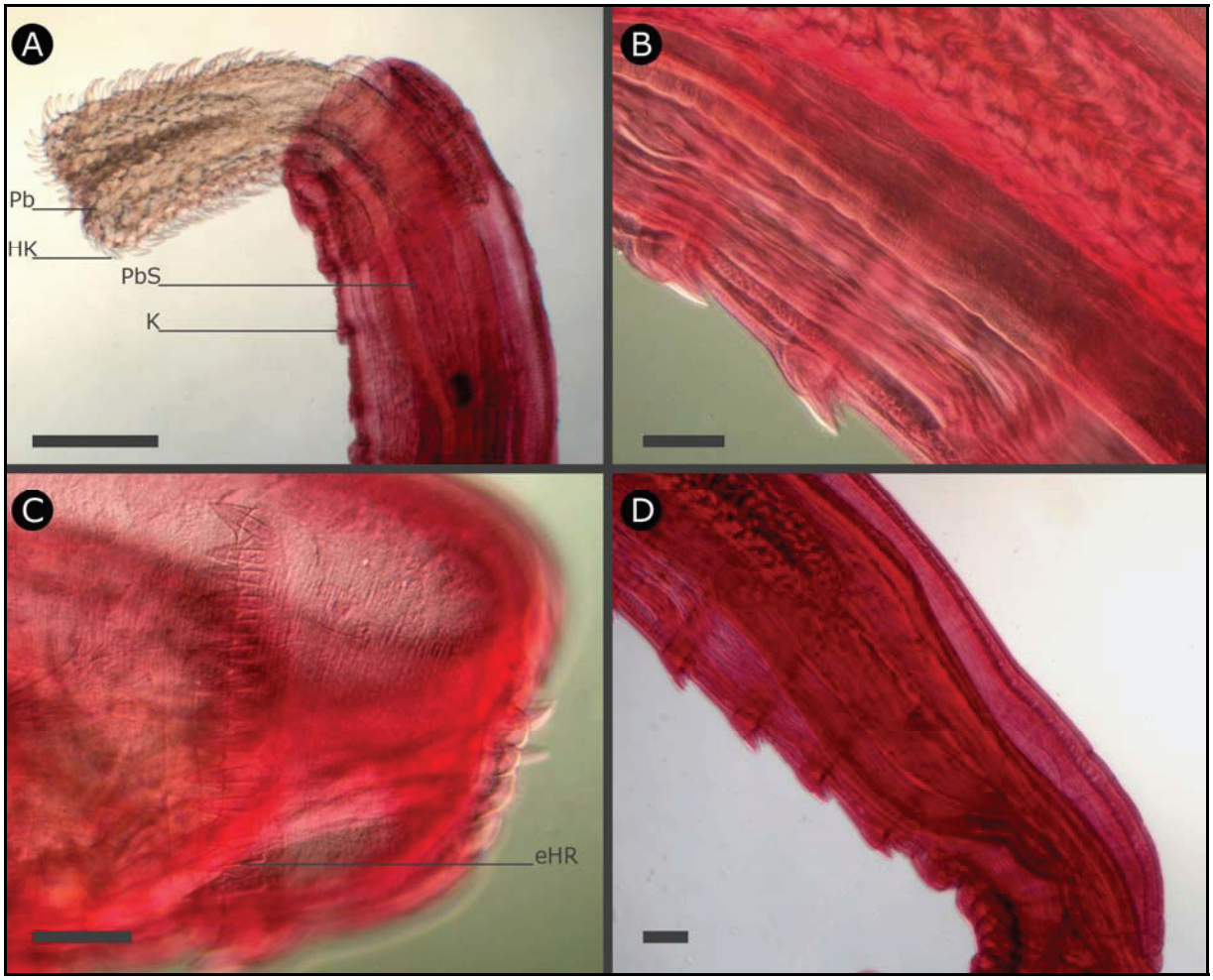
Sitz: Darmwand, Leber, Leibeshöhle, Mesenterien

Befall: 16,7 % P

Darstellung: Fototafel 12 A-D

Literatur: Amin 1982, Golvan 1969, Yamaguti 1963b

Besonderheiten: Diese Art stellt sowohl einen neuen Wirtsnachweis für *E. areolatus* als auch einen neuen Gebietsnachweis für die Gewässer vor Bali dar.



Fototafel 12: Acanthocephala II: (A-D) *Serrasentis sagittifer*. (A) Proboscis. (B+D) Detailansicht der Proboscisscheide und Kämme. (C) Detailansicht der ersten Hakenreihe. Balken: A, 0,30 mm; B-C, 0,15 mm; D, 0,20 mm. eHR: erste Hakenreihe, HK: Haken, K: Kämme, Pb: Proboscis, PbS: Proboscisscheide. A-D: Kanadabalsampräparate.

Ordnung: Polymorphida Petrochenko, 1956

Familie: Polymorphidae Meyer, 1931

Southwellina hispida (Van Claeve, 1925)

Stadium: adult (subadult: Cystacanth)

Beschreibung: Die isolierten Exemplare konnten über die nachfolgenden Bestimmungsmerkmale der Ordnung Polymorphida Petrochenko, 1956 zugeordnet werden. Die gefundenen Exemplare weisen an der Proboscis (Pb) sowohl Proboscishaken als auch Rumpfbehakung auf (siehe Fototafeln 13 B und 14 A-C). Die Lemnisken (Lk) sind genauso lang oder länger als die doppelwandige Proboscisscheide (PbS). An die Lemnisken schließt sich das Diverticulum (Di) an, das dann in den Selektivapparat (SA), der in den in den Uterus (Ut) mündet, übergeht. Terminal sind der Vaginalmuskel (VM) und die Vulva (Vv) lokalisiert. Die Artbestimmung erfolgte durch molekulargenetische Methoden, durchgeführt von Lisa Verweyen (persönliche Mitteilung), aufbauend auf der Methode nach Verweyen (2009).

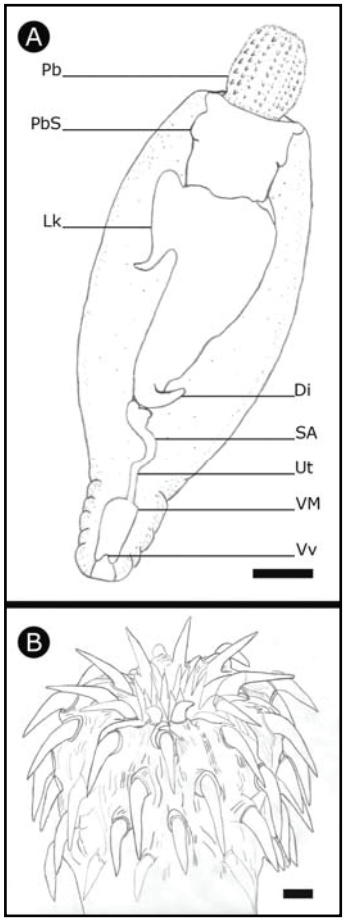


Abbildung 30: *Southwellina hispida.* (A) Habitus. (B) Proboscis vergrößert. Balken: A, 0,30 mm; B, 0,02 mm.

Vermessungen (Länge; Durchmesser in mm)**:** Gesamt: 2,75-2,90 (2,825); 0,94-0,98 (0,96). Proboscis: 0,42-0,72 (0,57); 0,31-0,35 (0,33). Proboscisscheide: 0,45-1,08 (0,765); 0,32-0,43 (0,375). Lemnisken: 0,48-0,54 (0,51); 0,13-0,16 (0,145). (n = 2).

Wirt und Habitat: *E. coioides*: SA 3, SA 4; *E. areolatus*: SA 4

Sitz: Darm, Darmwand, Gonaden, Leibeshöhle, Mesenterien, Pylorus

Befall: 2,9-20,0 % P; 3,3 % P

Darstellung: Abb. 30, Fototafel 13-14

Literatur: Golvan 1969, Yamaguti 1963b

Besonderheiten: Die Vertreter dieser Familie stellen für *E. coioides* und *E. areolatus* sowohl einen neuen Wirts-/ als auch für die Segara Anakan einen neuen Gebietsnachweis dar.

Ordnung: nicht bestimmt

Familie: nicht bestimmt

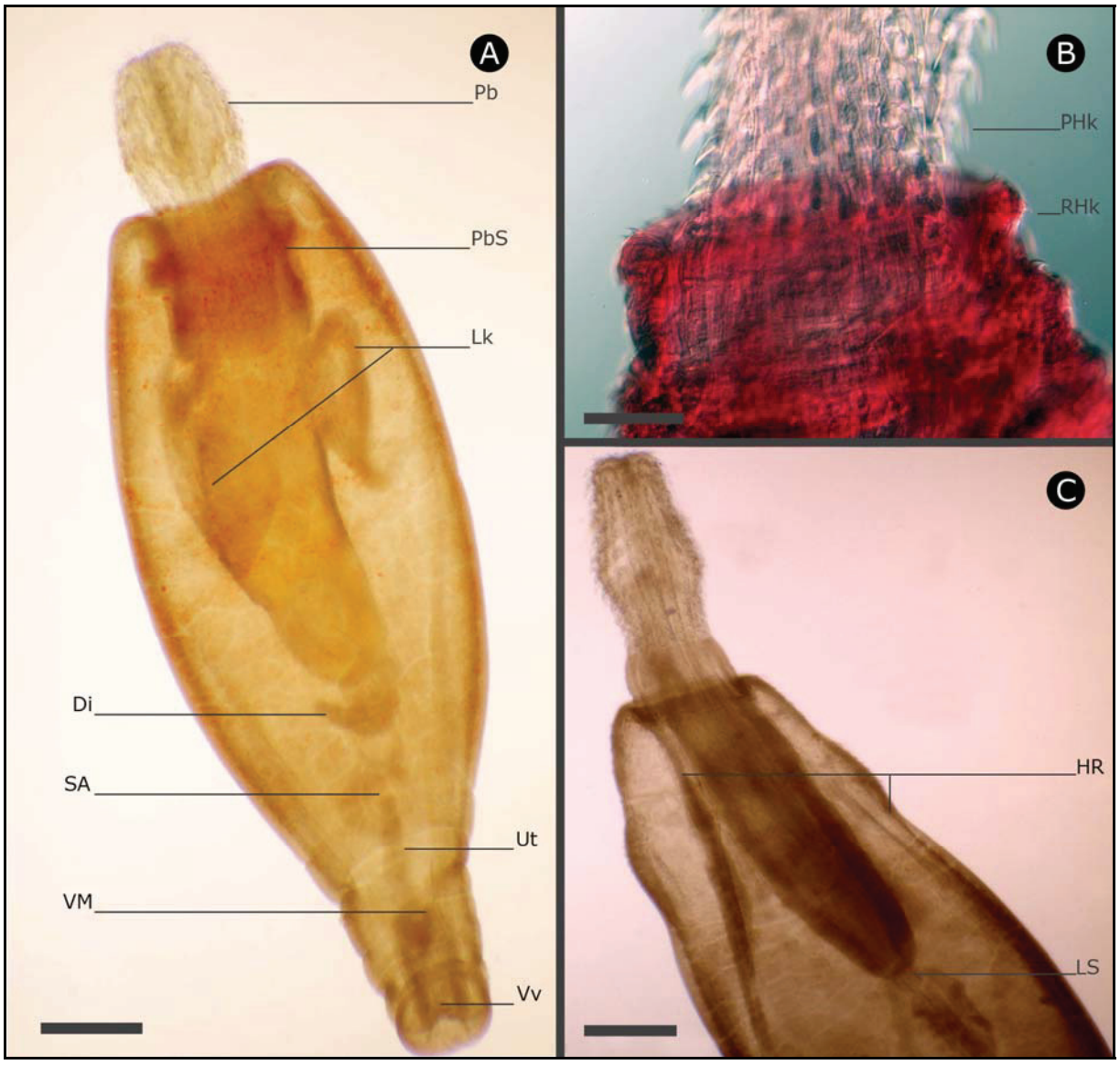
Acanthocephala indet.

In dieser Gruppe wurden alle Acanthocephala zusammengefasst, die aufgrund fehlender oder unkenntlicher bestimmungsrelevanter Strukturen nicht weiter identifiziert werden konnten.

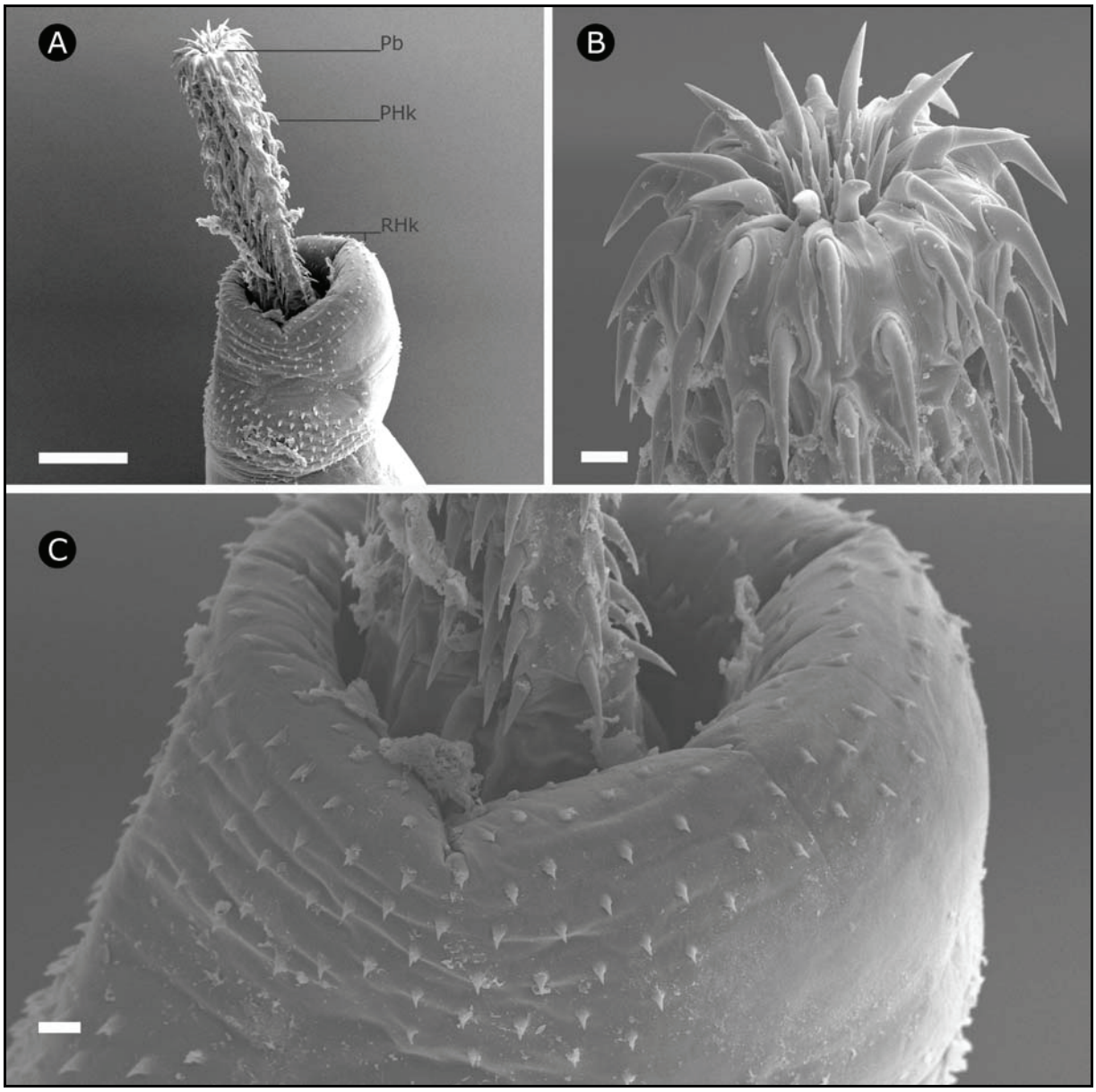
Wirt und Habitat: *E. areolatus*: SA 4

Sitz: Darm

Befall: 3,3 % P



Fototafel 13: Acanthocephala III: (A-C) *Southwellina hispida.* (A) Habitus ♀. (B) Detailansicht der verschiedenen Behakungen. (C) Anterior ♂. Balken: A, 0,30 mm; B, 0,25 mm; C, 0,30 mm. Di: Diverticulum, HR: Halsretraktor, Lk: Lemnisken, LS: Ligamentstrang, Pb: Proboscis, PbS: Proboscisscheide, PHk: Proboscishaken, RHk: Rumpfhaken, SA: Selektivapparat, Ut: Uterus, VM: Vaginalmuskel, Vv: Vulva. A+C: Glycerinpräparate, B: Kanadabalsampräparat.



Fototafel 14: Acanthocephala IV: Rasterelektronenmikroskopie (REM): (A-C) *Southwellina hispida.* (A) Detailansicht der verschiedenen Behakungen. (B) Detailansicht der Proboscisbehakung. (C) Detailansicht der Rumpfbehakung. Balken: A, 200 µm; B-C, 20 µm. Pb: Proboscis, PHk: Proboscishaken, RHk: Rumpfhaken.

4.2.8 Hirudinea

Ordnung: Rhynchobdellida Blanchard, 1894

Familie: Piscicolidae Johnston, 1865

Zeylanicobdella arugamensis De Silva, 1963

Stadium: adult

Beschreibung: *Zeylanicobdella arugamensis* De Silva, 1963 weist eine lange und schmale Körperform auf. Die Exemplare sind pigmentiert, haben große Nephridien und fünf Hodenpaare, was auf die angegebene Art schließen lässt. Ebenfalls charakteristisch für diese Art sind die sichtbaren Augenflecken am vorderen Saugnapf und ein ungewöhnlich geformter, abdominaler Saugnapf sowie seperate Gonoporen und eine undeutliche Trennung der Urosomen und Trachelosomen.

Vermessungen (Länge; Durchmesser in mm)**:** Hoden: 0,58-0,83 (0,705); 0,55-1,04 (0,795). Vorderer Saugnapf: 0,29-0,32 (0,315); 0,58-0,60 (0,59). Abdominaler Saugnapf: 0,70-0,74 (0,72); 1,22-1,28 (1,25). (n = 2).

Wirt und Habitat: *E. coioides*: SA 3, SA 4; *E. fuscoguttatus*: PS

Sitz: 8,6-40,0 % P; 17,2 % P

Befall: Flossen, Kiemen, Mundhöhle, Oberfläche

Darstellung: Fototafel 15 A-C

Literatur: De Silva 1963

Besonderheiten: Diese Art stellt für *E. fuscoguttatus* einen neuen Wirtsnachweis und für die Tausend Inseln einen neuen Gebietsnachweis dar.

Fototafel 15: Hirudinea: (A-C) *Zeylanicobdella arugamensis.* (A) Anterior. (B) Posterior. (C) Mittelteil mit Hoden. Balken: A-B, 0,60 mm; C, 1,00 mm. aSN: abdominaler Saugnapf, Ho: Hoden, vSN: vorderer Saugnapf. A-C: Glycerinpräparat.

4.2.9 Crustacea

Klasse: Copepoda Milne-Edwards, 1840

Ordnung: Cyclopoida Sars, 1886

Familie: Ergasilidae von Nordmann, 1832

***Ergasilus* sp.**

Stadium: adult

Beschreibung: Die Familie der Ergasilidae von Nordmann, 1832 zeigt primitive morphologische Charakteristika von Cyclopoida mit einer klaren äußeren Segmentierung und einigen Anpassungen an das parasitische Leben. Die Antennen sind zu „Greiforganen“ (GO) umgebildet, mit denen sie sich bei ihren Wirten einhaken können. Bei Vertretern der Gattung *Ergasilus* von Nordmann, 1832, handelt es sich ausschließlich bei den weiblichen Exemplaren um Parasiten. Die Männchen sind freilebend und bisher wenig untersucht. Die Weibchen sind im Allgemeinen größer und durchlaufen während ihrer Zeit auf dem jeweiligen Wirt eine Metamorphose, bei der sie ihre Körperform und Größe verändern. Sie zeigen oft einen überdimensionierten Cephalothorax (CT) in verschiedenen Formen. Während Männchen vier freie Abdominalsegmente aufweisen, sind es bei den Weibchen nur drei. Bei den Weibchen ist das letzte Thoraxsegment mit dem ersten Abdominalsegment fusioniert. Der Endopod ist bei den Weibchen transversal zur Körperaxe angesetzt. Am letzten exopodalen und endopodalen Segment sind Haken in unterschiedlichen Formen und Längen lokalisiert. Zwei große Eischläuche (ES) sind sichtbar.

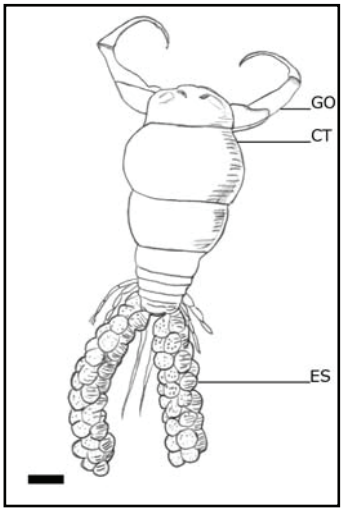


Abbildung 31: Habitus von *Ergasilus* sp. Balken: 0,15 mm.

Vermessungen (Länge; Durchmesser in mm)**:** Gesamtlänge: 0,75-0,81 (0,78). Eischläuche: 0,35-0,38 (0,365); 0,15-0,17 (0,16). (n = 2).

Wirt und Habitat: *S. argus*: SA 3

Sitz: Kiemen

Befall: 5,0-10,0 % P

Darstellung: Abb. 31, Fototafel 17 A

Literatur: Boxshall und Halsey 2004, Pinto da Motta Amado und Falavigna da Rocha 2001

Ordnung: Siphonostomatoida Thorell, 1859

Familie: Caligidae Burmeister, 1834

Caligus acanthopagri Lin, Ho, Chen, 1994

Stadium: adult

Beschreibung: Vertreter der Familie Caligidae Burmeister, 1834 weisen eine typische Körperform auf. Sie sind dorsoventral abgeflacht, mit einer Fusion des Körperstammes, wobei auf den großen

abgeflachten Cephalothorax ein bis drei thoracale Segmente und hierauf ein großes Genitalsegment und ein unsegmentiertes Abdomen folgen. Primitivere Caligiden wie die Gattung *Dissonus* zeigen drei Segmente zwischen dem Cephalothorax und dem Genitalsegment, wohingegen die Gattung *Caligus* Müller, 1785 an dieser Stelle nur ein Segment aufweist. *Caligus acanthopagri* Lin, Ho, Shen, 1994 zeichnet sich durch ein aus zwei Segmenten bestehendes Antennulenpaar, ein aus drei Segmenten bestehendes Antennenpaar, einem kleinen Abdomen und langen Eischläuchen, die mehr als die halbe Körperlänge messen, aus. Die Eischläuche waren bei den Exemplaren häufig abgebrochen.

Vermessungen (Länge; Durchmesser in mm)**:** Gesamt: 2,66; 1,22. Cephalothorax: 1,10; 1,22. Genitalsegment: 0,71; 0,61. Abdomen: 0,50; 0,25. Caudale Rami: 0,075; 0,09. Setae: 0,16; (Basis): 0,01. (n = 1).

Wirt und Habitat: *S. argus*: SA 3, SA 4

Sitz: Kiemen, Operculi

Befall: 25,0-80,0 % P

Darstellung: Fototafel 16 A

Literatur: Lin et al. 1994, Schmidt und Roberts 1989, Yuniar 2005

Caligus* cf. *epinepheli Yamaguti, 1932

Stadium: adult

Beschreibung: Die typischen Bestimmungsmerkmale (siehe *C. acanthopagri*) führen über die Familie der Caligidae zur Gattung *Caligus* Müller, 1785. *Caligus* cf. *epinepheli* teilt die meisten Eigenschaften mit *C. epinepheli* Yamaguti, 1932 wie ein fast kreisrundes Cephalothorax-Schild, ein großes Abdomen, eine aus drei Segmenten bestehende Antenne. Allerdings sind leichte Unterschiede in Beschaffenheit und Form der Antennen und der Schwimmbeine erkennbar.

Vermessungen (Länge; Durchmesser in mm)**:** Gesamt: 7,50-7,80 (7,665); 2,58-2,64 (2,61). Cephalothorax: 2,93-2,98 (2,955); 2,60-2,62 (2,61). Genitalsegment: 1,18-1,24 (1,21); 1,40. Abdomen: 0,30-0,34 (0,32); 0,35-0,36 (0,355). Caudale Rami: 0,08; 0,09. Setae: 0,35-0,40 (0,375); (Basis): 0,01. Eischläuche: 2,52-2,58 (2,55); 0,30-0,32 (0,31). (n = 2).

Wirt und Habitat: *E. coioides*: B; *E. areolatus*: B

Sitz: Oberfläche, Operculi

Befall: 5,7 % P; 3,3 % P

Darstellung: Fototafel 16 B

Literatur: Ho und Lin 2004, Schmidt und Roberts 1989, Yuniar 2005

Besonderheiten: Diese Art stellt für *E. areolatus* einen neuen Wirtsnachweis und für Bali einen neuen Gebietsnachweis dar.

Caligidae gen. et sp. indet.

Beschreibung: In dieser Gruppe wurden alle Caligidae zusammengefasst, die aufgrund fehlender oder unkenntlicher bestimmungsrelevanter Strukturen nicht weiter identifiziert werden konnten.

Wirt und Habitat: *E. coioides*: B; *E. areolatus*: B; *S. argus*: SA 3, SA 4

Sitz: Kiemen

Befall: 6,7-60,0 % P; 3,3 % P; 20,0-45,0 % P

Besonderheiten: Diese Familie stellt einen neuen Wirtsnachweis für *E. areolatus* und einen neuen Gebietsnachweis für Bali dar.

Familie: Hatschekiidae Kabata, 1979

***Hatschekia* sp.**

Stadium: adult

Beschreibung: Die Familie der Hatschekiidae Kabata, 1979 ist eine der wichtigsten Familien der siphonostomatoiden Copepoda mit acht verschiedenen Gattungen und mehr als 100 Arten. Die Gattung *Hatschekia* Poche, 1902, stellt hierbei die größte Gattung dieser Familie mit 90 unterschiedlichen Arten dar. Die isolierten Exemplare sind durch einen fast dreieckigen Cephalothorax (CT) charakterisiert, der breiter als lang ist und an dem zwei lange Antennen (At) lokalisiert sind. Es schließt sich der langgezogene Körperstamm (KS) an, der dreimal läng als breit ist. Die am Abdomen (Ad) lokalisierten Eischläuche (im vorliegenden Exeplar war noch einer befestigt, siehe Fototafeln 16 C und 18 D) sind so lang wie der Körperstamm, außerdem befinden sich zwei caudale Rami (cR), die terminal mit Setae (Se) ausgestattet sind, am Abdomen. Alle drei Pereiopoden (bPr) bestehen aus zwei segmentierten Rami.

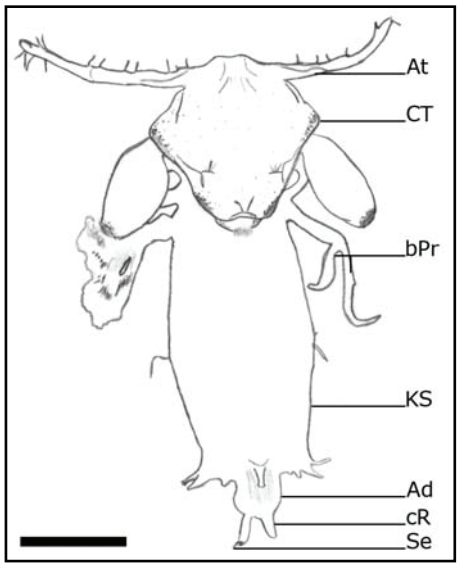


Abbildung 32: Habitus von *Hatschekia* sp. Balken: 0,10 mm.

Vermessungen (Länge; Durchmesser in mm)**:** Gesamtlänge: 0,77-0,89 (0,83). Lunulen: (Abstand innen): 0,062-0,065 (0,0635). Cephalothorax: 0,12-0,13 (0,125); 0,15-0,16 (0,155). Genitalsegment: 0,33-0,35 (0,34); 0,20. Abdomen: 0,03-0,05 (0,04); 0,05. Eischläuche: 0,270-0,280 (0,275); 0,072-0,076 (0,074). (n = 2).

Wirt und Habitat: *E. coioides*: B; *E. areolatus*: SA 4, B

Sitz: Kiemen

Befall: 14,3 % P; 63,3-76,7 % P

Darstellung: Abb. 32, Fototafel 16 C, 18 A-E

Literatur: Ho und Kim 2001, Uyeno und Nagasawa 2009a, b

Besonderheiten: Diese Gattung stellt sowohl einen neuen Wirtsnachweis für *E. coioides* und *E. areolatus* als auch einen neuen Gebietsnachweis für Bali dar.

Familie: Lernanthropidae Kabata, 1979

Sagum epinepheli (Yamaguti & Yamasu, 1960) Pillai & Sebastian, 1967

Stadium: adult

Beschreibung: Die Familie der Lernanthropidae Kabata, 1979 zeichnet sich durch ihre typische Körperform und Segmentierung aus. Das gefundene Exemplar weist einen in etwa dreieckigen Carapax auf, der breiter als lang ist. Das anteriore Drittel des Carapax ist verengt. Am dorsalen Teil des Carapax befinden sich im anterior gelegenen thoracalen Teil posterolaterale Lappen, die mit dem Exopod des dritten Beinpaares verschmolzen sind und eine posterior gelegene Platte mit medianer Einkerbung am abgerundeten, posterioren Rand. Der Carapax wird durch ein kurzes Halsstück mit dem Cephalothorax verbunden. Der Cephalothorax ist beinahe so breit wie lang und besitzt anterolateral lappige Strukturen, die an den Seiten mäßig tief sind. Der Körper wird von anterior nach posterior breiter und ist am Vorderende abgerundet. Ein Abdomen fehlt. Die caudalen Rami weisen am basalen Teil eine Schwellung auf. Die ersten Antennen bestehend aus fünf Segmenten sind sehr klein. Das dritte Segment weist eine unvollständige Partition auf. Am zweiten Segment sind zwei Setae und am dritten und vierten jeweils eine Seta lokalisiert. Das fünfte Segment trägt am verengten distalen Teil mehrere Setae. Die zweite Antenne ist gestaucht und besteht nur aus drei Segmenten, wobei das basale Segment mit seinem „Partnersegment“ auf der gegenüberliegenden Seite fusioniert. Das zweite Segment ist massiv und das dritte ist kräftig und krallenartig. Der Basipod ist mit verstreuten Zähnchen und einem auf der Innenseite lokalisierten Stachel ausgestattet. Eine große mit Dornen bewehrte Platte ist mit der Basipode der Unterseite assoziiert. Der Exopod ist länger als der Endopod, fast dreieckig und mit kleinen Dornen bewehrt, an seiner distalen Grenze sind fünf ungleiche Zähnchen lokalisiert. Der Endopod ist anhangslos. Es sind nur vier Beinpaare vorhanden, ein fünftes fehlt. Anhand der angeführten Bestimmungsmerkmale konnte das Exemplar als *Sagum epinepheli* identifiziert werden.

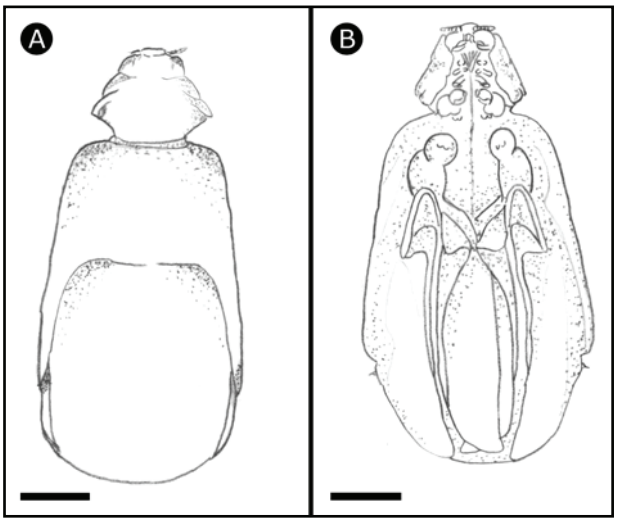


Abbildung 33: *Sagum epinepheli.* (A) Habitus dorsal. (B) Habitus ventral. Die Zeichnung folgt der Darstellung von Pillai und Sebastian 1967. Balken: A+B, 1,0 mm.

Vermessungen (Länge; Durchmesser in mm)**:** Gesamt: 3,8; 2,0. (n = 1).

Wirt und Habitat: *E. coioides*: B

Sitz: Kiemen

Befall: 2,9 % P

Darstellung: Abb. 33

Literatur: Pillai 1985, Pillai und Sebastian 1967, Yamaguti 1960

Besonderheiten: Diese Art stellt einen neuen Gebietsnachweis für Bali dar.

Familie: Pennelidae Burmeister, 1835

Pennelidae gen. et sp. indet. I

Stadium: larval

Beschreibung: Es handelt sich bei den gefundenen Vertretern dieser Familie um Larvalstadien, sogenannte Chalimus-Stadien. Sie besitzen ein für sie typisches Kopffilament. Der Körper setzt sich aus einem bei diesen Vertretern etwas eckigen Cephalothorax mit Naupliusauge, zwei bis drei beintragenden Segmenten, einer das fünfte Beinpaar tragenden Urosomenregion und einem Genitalsegment zusammen. Die Familie der Pennelidae Burmeister, 1835 zählt zu den wenigen Crustacea, die in ihrem Lebenszyklus einen Zwischenwirt benötigen, demnach heteroxen sind. Im Gegensatz zum sonstigen monoxenen Lebenszyklus der meisten Crustacea integrieren sie einen Zwischenwirt in ihren Lebenszyklus.

Wirt und Habitat: *E. coioides*: SA 3; *S. argus*: SA 3

Sitz: Kiemen, Operculi

Befall: 28,6 % P; 10,0 % P

Literatur: Boxshall und Halsey 2004, Lester und Roubal 1995

Besonderheiten: Diese Familie stellt einen neuen Wirtsnachweis für *S. argus* dar.

Pennelidae gen. et sp. indet. II

Stadium: larval (Chalimus-Stadien)

Beschreibung: Wie bereits oben bei Pennelidae gen. et sp. indet. I beschrieben, handelt es sich um Vertreter der Familie Pennelidae, die deren Bestimmungsmerkmale aufweisen. Diese Exemplare weisen, im Gegensatz zu den vorher beschriebenen, einen eher rundlichen Cephalothorax mit Naupliusauge auf.

Wirt und Habitat: *E. coioides*: SA 3, SA 4, B; *E. areolatus*: B

Sitz: Kiemen

Befall: 2,9-56,7 % P; 33,3 % P

Darstellung: Fototafel 16 D

Literatur: Boxshall und Halsey 2004, Lester und Roubal 1995

Besonderheiten: Diese Familie stellt einen neuen Wirtsnachweis für *E. areolatus* und einen neuen Gebietsnachweis für Bali dar.

Ordnung: nicht bestimmt

Familie: nicht bestimmt

Copepoda indet.

In dieser Gruppe wurden alle Copepoda zusammengefasst, die aufgrund fehlender oder unkenntlicher bestimmungsrelevanter Strukturen nicht weiter identifiziert werden konnten. Durch ihren speziellen Sitz und ihr Vorkommen kann jedoch ausgeschlossen werden, dass diese vorher schon einmal gezählt wurden.

Wirt und Habitat: *E. areolatus*: SA 4

Sitz: unter der Haut am Mund

Befall: 6,7 % P

Besonderheiten: Diese Ordnung stellt einen neuen Wirtsnachweis für *E. areolatus* dar.

Klasse: Malacostraca Latreille, 1806

Ordnung: Isopoda LaTreille, 1817

Familie: Corallanidae Hansen, 1890

***Alcirona* sp.**

Stadium: adult, larval (aus den Bruttaschen der Adulten)

Beschreibung: Anhand des Habitus konnten die gefundenen Exemplare eindeutig der Familie der Corallanidae Hansen, 1890, zugeordnet werden. *Alcirona* Hansen, 1890 weist einen halbkreisförmigen Kopf mit ausgeprägt hervorstehenden Augen auf. Das erste Antennenpaar ist kleiner als das zweite und besitzt einen zweigliedrigen Pedunculus. Das zweite besteht aus mehr als 30 Segmenten. Der Clypeus ist breit und bogenförmig. Die Thoraxsegmente weisen eine glatte Oberfläche auf und sind mit zahlreichen Punkten gekennzeichnet. Lateral und posterior am Thoracomer sind kleine Haare lokalisiert, deren Dichte und Anzahl nach posterior zunimmt. Die Epimere III und IV sind hinten abgerundet und rechteckig und ebenso lang wie die zugehörigen Thoracomere. Die Epimere V bis VIII sind länger als die Thoracomere und laufen distal spitz zu. Die Pleomere verbreitern sich an der Peripherie und werden länger. Das behaarte dreieckige Telson ist posterior spitzzulaufend und kürzer als die ebenfalls behaarten Uropodien, wobei der Exopodit kürzer und schmaler als der Endopodit ist.

Vermessungen (Länge und Durchmesser in mm)**:** Gesamt: 10,0; 3,5. (n = 1).

Wirt und Habitat: *E. coioides*: SA 3, SA 4, B; *E. areolatus*: B

Sitz: Flossen, Kiemen, Kiemenhöhle, Mundhöhle, Nasenhöhle, Oberfläche, Operculi

Befall: 6,7-31,4 % P; 3,3 % P

Darstellung: Fototafel 17 C-D

Literatur: Kensley und Schotte 1989, Nierstrasz 1917

Besonderheiten: Diese Gattung stellt für *E. areolatus* einen neuen Wirtsnachweis und für Bali einen neuen Gebietsnachweis dar.

Familie: Cymothoidae Leach, 1818

Cymothoa elegans Bovallius, 1885

Stadium: adult

Beschreibung: Anhand der typischen Körperform mit dem in den Thorax eingesunkenen Kopfteil und stark abgesetztem Pleon können die isolierten Exemplare eindeutig der Familie der Cymothoidae Leach, 1818 und der Gattung *Cymothoa* Fabricius, 1787 zugeordnet werden. Die Gattung *Cymothoa* besitzt einen geraden, nicht gekrümmten Körper. Im Unterschied zu vielen Isopoda verfügt das Cephalon über eine posteriore Kante und ist nicht mit drei Loben ausgestattet. Der im Thorax eingesunkene Kopf von *Cymothoa elegans* ist breiter als lang, mit sehr kleinen Augen und extrem kurzen unter dem Kopf verborgenen Antennen, wohingegen der erhabene Körper mehr als doppelt so lang wie breit ist, was als typisches Bestimmungsmerkmal dieser Art gilt. Das erste Thoraxsegment (Pereonit) weist Anhänge auf, die beinahe so lang wie der Kopf sind. Die Pereonite werden nach posterior schmaler. Das Pleon ist schmal und kurz, das erste Segment ist sichtbar. Es schließt sich das Telson an, das länger und breiter als das Pleon ist. Nach posterior nehmen die Pleonite in Länge und Breite zu. Die Uropoden sind kurz. Bei den Weibchen ist ventral das Marsupium sichtbar.

Vermessungen (Länge; Durchmesser in mm)**:** Gesamt: 17,5-18,0 (17,75); 8,0. (n = 2).

Wirt und Habitat: *S. argus*: SA 3, SA 4

Sitz: Kiemen, Mundhöhle

Befall: 20,0-55,0 % P

Darstellung: Fototafel 17 E-F

Literatur: Bovallius 1885, Bunkley-Williams und Williams 1998, Trilles 1991

Familie: Gnathiidae Harger, 1880

Gnathiidae gen. et sp. indet.

Stadium: larval (Praniza-Stadien)

Beschreibung: Vertreter der Familie Gnathiidae Harger, 1880 zeichnen sich durch ihre typische Körperform mit dem gut abgesetzten Kopf mit Augenstrukturen aus. Die gefundenen Exemplare konnten eindeutig dieser Familie zugeordnet werden. Aufgrund des Larvenstadiums und fehlender weiterer Identifikationsmerkmale, die nur bei den adulten Tieren ersichtlich sind, konnten sie nicht weiter bestimmt werden. Es handelt sich bei den isolierten Gnathiiden um sogenannte Praniza-Stadien, einem Larvenstadium dieser Familie, das während dieses Stadiums das Blut ihres Wirts saugt und so das einzige parasitäre Stadium im Lebenszyklus der Gnathiiden darstellt. Die Pranzia-Larven besitzen dolchförmige, anterior hervorstechende Mundwerkzeuge. Als weitere Anpassung an dieses parasitäre Stadium besitzt die Praniza-Larve zur Vergrößerung zusätzlich das vierte bis sechste Pereonit, um das Ausdehnen nach der Blutmahlzeit zu ermöglichen. Die Adulten sind freilebend.

Vermessungen (Länge; Durchmesser in mm)**:** Gesamt: 1,78; 0,73. Kopf: 0,11; 0,25. Thorax: 1,21; 0,73. Augenabstand: (innen): 0,14. (n = 1).

Wirt und Habitat: *E. coioides*: SA 3, SA 4, B; *E. areolatus*: SA 4, B; *E. fuscoguttatus*: PS; *S. argus* SA 3, SA 4

Sitz: Kiemen, Oberfläche

Befall: 5,7-40,0 % P; 50,0-63,3 % P; 2,9 % P; 5,0-10,0 % P

Darstellung: Fototafel 17 B

Literatur: Kabata 1984, Lester und Roubal 1995, Smit et al. 2003

Besonderheiten: Diese Familie stellt für *E. areolatus* einen neuen Wirtsnachweis und für Bali einen neuen Gebietsnachweis dar.

Ordnung: nicht bestimmt

Familie: nicht bestimmt

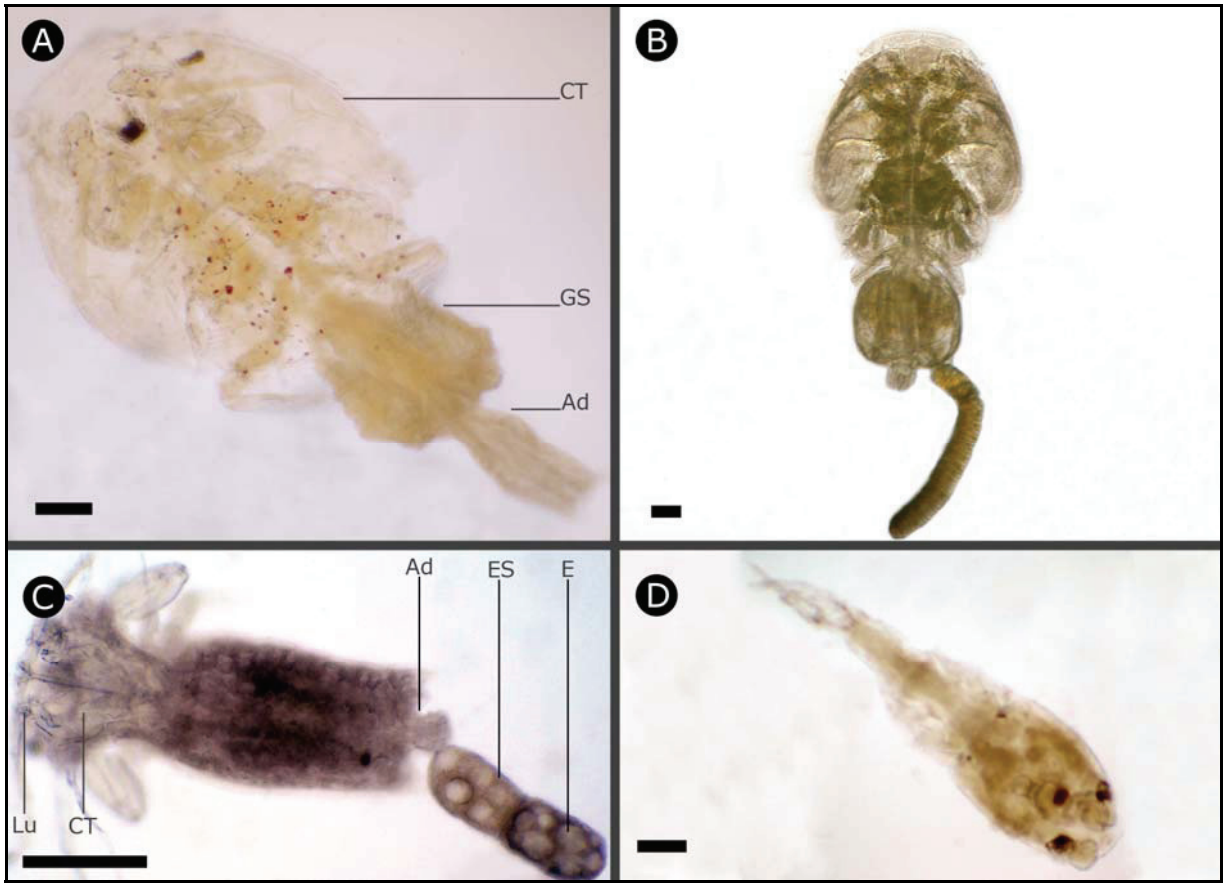
Isopoda indet.

In dieser Gruppe wurden alle Isopoda zusammengefasst, die aufgrund fehlender oder unkenntlicher bestimmungsrelevanter Strukturen nicht weiter identifiziert werden konnten.

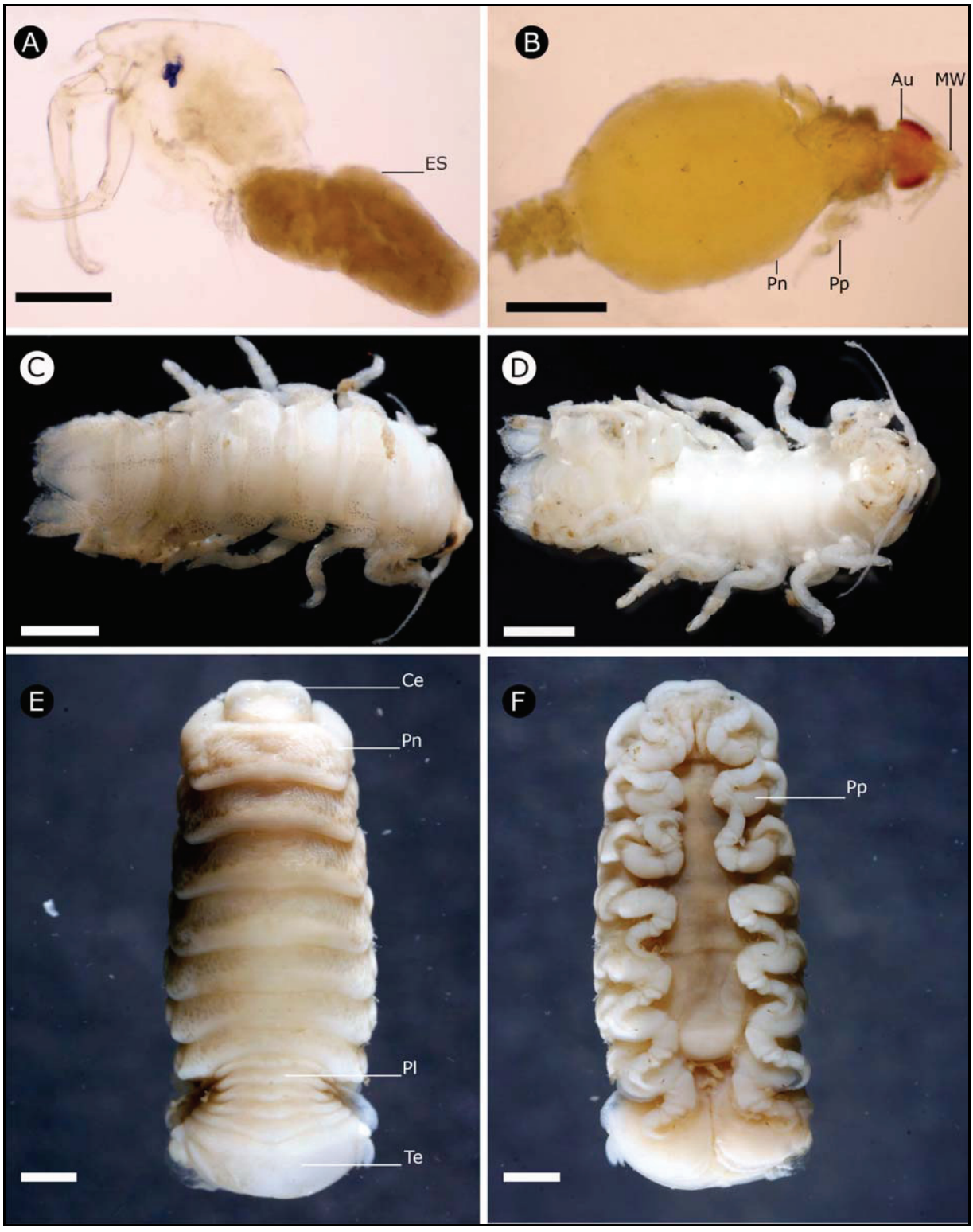
Wirt und Habitat: *E. areolatus*: SA 4

Sitz: Kiemen

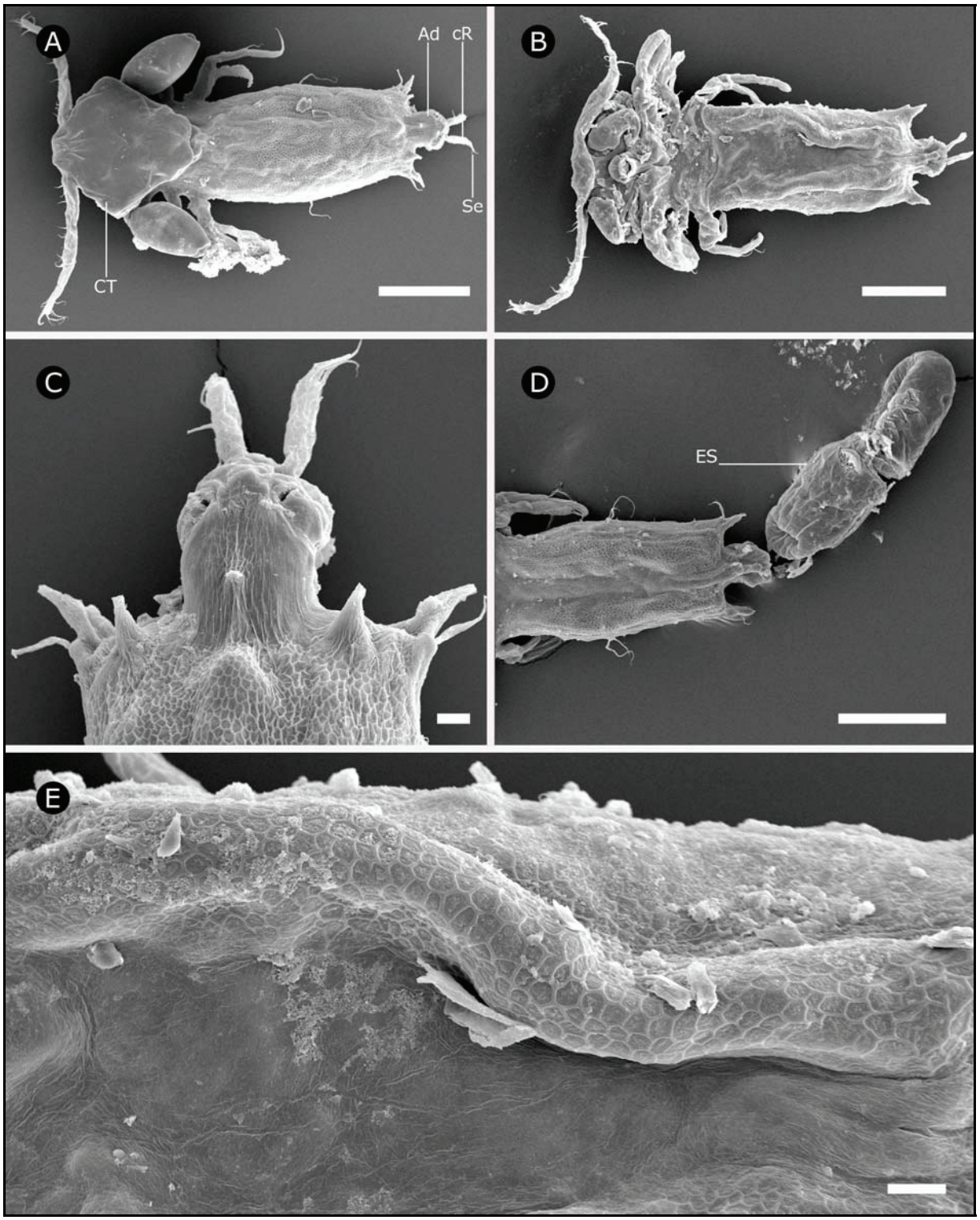
Befall: 3,3 % P



Fototafel 16: Crustacea I: (A) Habitus dorsal von *Caligus acanthopagri.* (B) Habitus dorsal von *Caligus* cf. *epinepheli.* (C) Habitus von *Hatschekia* sp. (D) Pennelidae gen. et sp. indet. II, Dorsalansicht. Balken: A, 0,20 mm, B, 0,40 mm, C, 0,18 mm, D, 0,30 mm. Ad: Abdomen, CT: Cephalothorax, E: Eier, ES: Eischlauch, GS: Genitalsegment, Lu: Lunulen. A-D: Glycerinpräparate.



Fototafel 17: Crustacea II: (A) Habitus lateral von *Ergasilus* sp. (B) Habitus von Gnathiidae gen. et sp. indet. (C-D) Habitus von *Alcirona* sp. (C) Habitus dorsal. (D) Habitus ventral. (E-F) Habitus von *Cymothoa elegans*. (E) Habitus dorsal. (F) Habitus ventral. Balken: A, 0,15 mm; B, 0,40 mm; C-D, 2,00 mm; E-F, 2,00 mm. Au: Augen, Ce: Cephalon, ES: Eischlauch, MW: Mundwerkzeuge, Pl: Pleon, Pn: Pereonit(e), Pp: Peraeopoden, Te: Telson. A-D: Glycerinpräparate, E-F: gelagert in 70 % Ethanol.



Fototafel 18: Crustacea III: Rasterelektronenmikroskopie (REM): (A-E) *Hatschekia* sp. (A) Habitus dorsal. (B) Habitus ventral. (C) Detailansicht Abdomen. (D) Detailansicht Eischlauch. (E) Detailansicht Oberfläche. Balken: A-B, 100 µm, C, 10 µm, D, 100 µm, E, 10 µm. Ad: Abdomen, cR: caudale Rami, CT: Cephalothorax, ES: Eischlauch, Se: Setae.

4.3 Molekulargenetische Bestimmungsmethode

Entsprechend der sechsten Arbeitshypothese wurden mit Hilfe molekulargenetischer Methoden ausgewählte anisakide Nematoda identifiziert.

DNA-Isolierung: Die DNA-Isolierung (3.8.2) führte bei allen verwendeten anisakiden Nematoda (Tab. 8) zu einer ausreichenden Menge an isolierter DNA. Eine DNA-Konzentrationsbestimmung mittels Photometrie ergab für *Anisakis typica* und *Anisakis* sp. (HC-2005) im Durchschnitt einen Wert von 43,91 µg/ml. Der ermittelte Reinheitsgrad war bei allen Proben ausreichend hoch (> 1,8), um eine PCR durchzuführen.

DNA-Amplifikation: Anschließend an die PCR-Reaktion wurden qualitative Nachweise der erhaltenen PCR-Produkte mittels Agarosegelelektrophorese durchgeführt (3.8.1-3.8.2) (Abb. 34). Durch diese Methode konnte gezeigt werden, dass die verwendeten Primer TK1 und NC2 (3.8.1) spezifisch amplifizieren. Es wurden 10,0 µg/ml des jeweiligen PCR-Produktes vermischt mit 2 µl des Ladepuffers auf das Agarosegel (1 %-ig) aufgetragen. Durch die Auftrennung der PCR-Produkte im Agarosegel konnten für *A. typica* und *Anisakis* sp. (HC-2005) Basenpaargrößen der ITS-1, 5,8S und ITS-2 von ca. 900 bp ermittelt werden (Tab. 10).

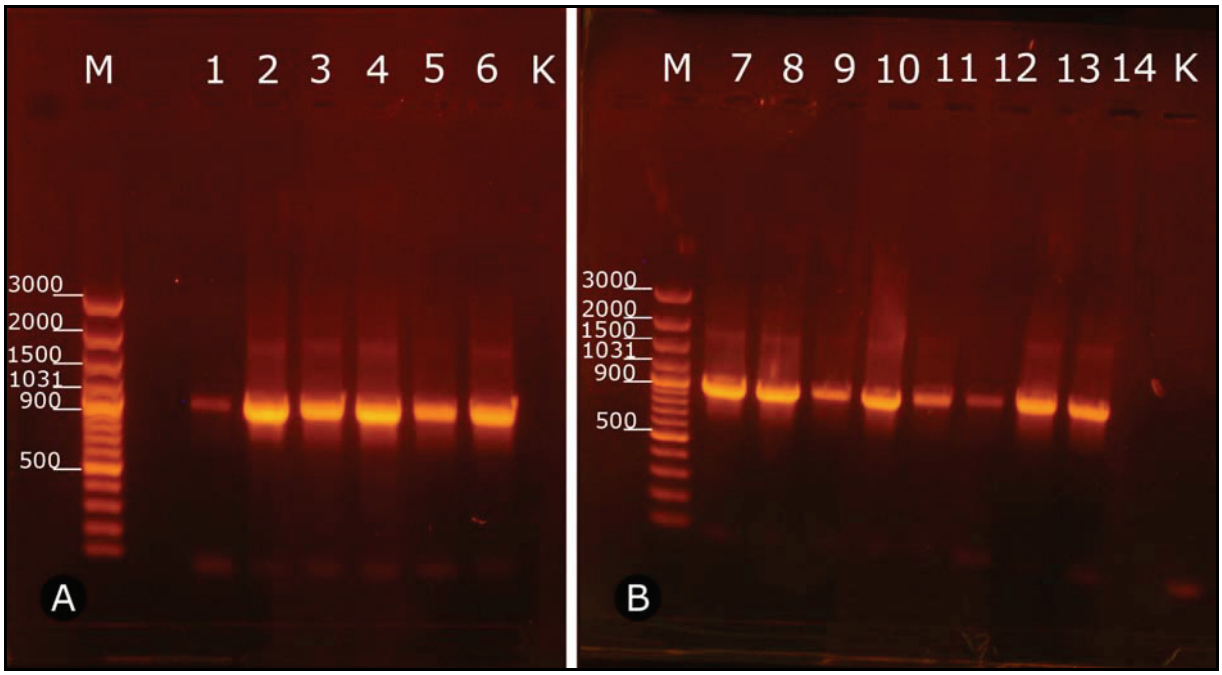


Abbildung 34: (A-B) Dargestellt ist jeweils ein 1 %-iges Agarosegel der PCR-Produkte von *Anisakis typica* (Spur 1-5 und 7-14). Spur 6 zeigt das PCR-Produkt von *Anisakis* sp. (HC-2005). In Spur M ist der Basenpaarleiter dargestellt und die Spur K stellt jeweils die Kontrolle dar. Die genutzten Nematoda der Spur 1-7 stammten aus *Epinephelus areolatus* der Segara Anakan, Java und der Spuren 8-14 aus Gewässern vor Bali.

DNA–Sequenzierung: Innerhalb dieser Dissertation wurden zwecks Identifikation ausgewählter Nematoda jeweils fünf der amplifizierten und im Agarosegel (Abb. 34) dargestellten Nematoda pro Gebiet sequenziert (Abb. 35-39). Der Vergleich dieser Sequenzen (siehe Accsession Nummer in Tab. 10) mit der Gendatenbank NCBI ergab, dass es sich bei den aus *Epinephelus areolatus* isolierten anisakiden Nematoda um Nematoda der Gattung *Anisakis,* überwiegend um *Anisakis typica,* handelt. Folgend werden Angaben zur Gesamtlänge und zum GC Gehalt der Sequenzen für die Nematoda aus dem jeweiligen Gebiet sowie Sequenzvergleiche dargestellt.

Tabelle 10: Übersicht über Längen und GC Gehalte der ITS-1 und ITS-2 Regionen und der gesamten Amplifikate. Angegeben sind die Proben- Spur- Nr. und Accession-Nr., die Basenpaarlänge (Bp) und der GC Gehalt der verschiedenen amplifizierten Regionen (in %). SA: Segara Anakan.

					ITS-1		ITS-2		Gesamt	
Fischart	**Nr.**	**Gebiet**	**Nematoda**	**Accession**	**Länge (Bp)**	**GC (%)**	**Länge (Bp)**	**GC (%)**	**Länge (Bp)**	**GC (%)**
Epinephelus areolatus	1	SA4	*Anisakis typica*	AB432909.1	348	50,86	355	47,32	860	49,53
	3	SA4	*Anisakis typica*	AB432909.1	348	50,86	355	47,32	860	49,53
	5	SA4	*Anisakis typica*	AB432909.1	348	50,57	355	47,32	860	49,53
	6	SA4	*Anisakis* sp. HC-2005	EU718474.1	358	48,60	259	47,49	774	48,80
	7	SA4	*Anisakis typica*	AB432909.1	348	50,86	355	47,32	860	49,53
	9	Bali	*Anisakis typica*	AB432909.1	348	50,86	355	47,04	860	49,42
	10	Bali	*Anisakis typica*	AB432909.1	348	50,86	355	47,32	860	49,53
	11	Bali	*Anisakis typica*	AB432909.1	348	50,86	355	47,32	860	49,53
	13	Bali	*Anisakis typica*	AB432909.1	347	51,01	355	47,32	859	49,59
	14	Bali	*Anisakis typica*	AB432909.1	348	50,86	355	46,20	860	49,07

Segara Anakan: Aus *Epinephelus areolatus* des Küstengebietes der Segara Anakan konnten *Anisakis typica* mit gleichen Basenpaarlängen von 860 Bp (ohne flankierende Bereiche) und gleichen GC Gehalten von 49,53 % nachgewiesen werden. Ebenfalls aus diesem Gebiet stammte die Sequenz von *Anisakis* sp. (HC-2005) mit einer Basenpaarlänge von 774 Basen und einem GC Gehalt von 48,80 % (Tab. 10). Im Folgenden werden vergleichend zuerst die Sequenzen von *A. typica* der Segara Anakan gegenüber der Referenzsequenz dargestellt (Abb. 35).

```
                                    [ITS-1 Teilsequenz ⟶
Seq1_A.typ      -------------------------ATCGAGCGAATCCAAAACGAAAAAGTCTCCCAACG 35
Seq3_A.typ      -------------------------ATCGAGCGAATCCAAAACGAAAAAGTCTCCCAACG 35
Seq5_A.typ      -------------------------ATCGAGCGAATCCAAAACGAAAAAGTCTCCCAACG 35
Ref_A.typ       TAGGTGAACCTGCGGAAGGATCATTATCGAGCGAATCCAAAACGAAAAAGTCTCCCAACG 60
                                         **********************************

Seq1_A.typ      TGCATACCGCCCATTTACATGTTGTTGTGAGCCGCACGGAAACTCGTACACGTTTGTGGT 95
Seq3_A.typ      TGCATACCGCCCATTTACATGTTGTTGTGAGCCGCACGGAAACTCGTACACGTTTGTGGT 95
Seq5_A.typ      TGCATACCGCCCATTTACATGTTGTTGTGAGCCGCACGGAAACTCGTACACGTTTGTGGT 95
Ref_A.typ       TGCATACCGCCCATTTACATGTTGTTGTGAGCCGCACGGAAACTCGTACACGTTTGTGGT 120
                ************************************************************

Seq1_A.typ      GGTGATAGCCGTCTGCTGTGCGTTCGTTGGGCAGACAATGGCTTACGAGTGGCTGTGCGC 155
Seq3_A.typ      GGTGATAGCCGTCTGCTGTGCGTTCGTTGGGCAGACAATGGCTTACGAGTGGCTGTGCGC 155
Seq5_A.typ      GGTGATAGCCGTCTGCTGTGCGTTCGTTGGGCAGACAATGGCTTACGAGTGGATGTGCGC 155
Ref_A.typ       GGTGATAGCCGTCTGCTGTGCGTTCGTTGGGCAGACAATGGCTTACGAGTGGCTGTGCGC 180
                ************************************************** *******

Seq1_A.typ      TTGTTGAACAACGGTGACCAATTTGGCGTCTACGCCGTATCTAGCCTCCGCCTGGACCGT 215
Seq3_A.typ      TTGTTGAACAACGGTGACCAATTTGGCGTCTACGCCGTATCTAGCCTCCGCCTGGACCGT 215
Ref_A.typ       TTGTTGAACAACGGTGACCAATTTGGCGTCTACGCCGTATCTAGCCTCCGCCTGGACCGT 240
Seq5_A.typ      TTGTTGAACAACGGTGACCAATTTGGCGTCTACGCCGTATCTAGCCTCCGCCTGGACCGT 215
Ref_A.typ       TTGTTGAACAACGGTGACCAATTTGGCGTCTACGCCGTATCTAGCCTCCGCCTGGACCGT 240
                ************************************************************
```

```
Seq1_A.typ      CGGTAGCGATGAAAGATGCGGAGGAAGTTCCTCGTCAGAGTTGAGCAGACTTAATGAGCC 275
Seq3_A.typ      CGGTAGCGATGAAAGATGCGGAGGAAGTTCCTCGTCAGAGTTGAGCAGACTTAATGAGCC 275
Seq5_A.typ      CGGTAGCGATGAAAGATGCGGAGGAAGTTCCTCGTCAGAGTTGAGCAGACTTAATGAGCC 275
Ref_A.typ       CGGTAGCGATGAAAGATGCGGAGGAAGTTCCTCGTCAGAGTTGAGCAGACTTAATGAGCC 300
                ************************************************************

Seq1_A.typ      ACGCTCTAGGTGGCCGCCAGAACCCAAAACACACCAATTGTTGTCATTTGACATTGTTGA 335
Seq3_A.typ      ACGCTCTAGGTGGCCGCCAGAACCCAAAACACACCAATTGTTGTCATTTGACATTGTTGA 335
Seq5_A.typ      ACGCTCTAGGTGGCCGCCAGAACCCAAAACACACCAATTGTTGTCATTTGACATTGTTGA 335
Ref_A.typ       ACGCTCTAGGTGGCCGCCAGAACCCAAAACACACCAATTGTTGTCATTTGACATTGTTGA 360
                ************************************************************
                              [5,8S ⟶
Seq1_A.typ      TGATGATTATGTACAAATCTTGGCGGTGGATCACTCGGTTCGTGGATCGATGAAGAACGC 395
Seq3_A.typ      TGATGATTATGTACAAATCTTGGCGGTGGATCACTCGGTTCGTGGATCGATGAAGAACGC 395
Seq5_A.typ      TGATGATTATGTACAAATCTTGGCGGTGGATCACTCGGTTCGTGGATCGATGAAGAACGC 395
Ref_A.typ       TGATGATTATGTACAAATCTTGGCGGTGGATCACTCGGTTCGTGGATCGATGAAGAACGC 420
                ************************************************************

Seq1_A.typ      AGCCAGCTGCGATAAATAGTGCGAATTGCAGACACATTGAGCACTAAGAATTCGAACGCA 455
Seq3_A.typ      AGCCAGCTGCGATAAATAGTGCGAATTGCAGACACATTGAGCACTAAGAATTCGAACGCA 455
Seq5_A.typ      AGCCAGCTGCGATAAATAGTGCGAATTGCAGACACATTGAGCACTAAGAATTCGAACGCA 455
Ref_A.typ       AGCCAGCTGCGATAAATAGTGCGAATTGCAGACACATTGAGCACTAAGAATTCGAACGCA 480
                ************************************************************
                                                                [ITS-2 ⟶
Seq1_A.typ      CATTGCGCTATCGGGTTCATTCCCGATGGCACGTCTGGCTGAGGGTCGAATTGTGCTAGA 515
Seq3_A.typ      CATTGCGCTATCGGGTTCATTCCCGATGGCACGTCTGGCTGAGGGTCGAATTGTGCTAGA 515
Seq5_A.typ      CATTGCGCTATCGGGTTCATTCCCGATGGCACGTCTGGCTGAGGGTCGAATTGTGCTAGA 515
Ref_A.typ       CATTGCGCTATCGGGTTCATTCCCGATGGCACGTCTGGCTGAGGGTCGAATTGTGCTAGA 540
                ************************************************************

Seq1_A.typ      GCATCTTTGCAATCACTTCTCTCAGATTGTGATTGTGAAGCATTCGGCGAGCGATTGTTG 575
Seq3_A.typ      GCATCTTTGCAATCACTTCTCTCAGATTGTGATTGTGAAGCATTCGGCGAGCGATTGTTG 575
Seq5_A.typ      GCATCTTTGCAATCACTTCTCTCAGATTGTGATTGTGAAGCATTCGGCGAGCGATTGTTG 575
Ref_A.typ       GCATCTTTGCAATCACTTCTCTCAGATTGTGATTGTGAAGCATTCGGCGAGCGATTGTTG 600
                ************************************************************

Seq1_A.typ      TCGTGTTGTTGCTTAAGGTGACGATTGAATCGGCACCGCGCGACACGACACGGTTCCTTG 635
Seq3_A.typ      TCGTGTTGTTGCTTAAGGTGACGATTGAATCGGCACCGCGCGACACGACACGGTTCCTTG 635
Seq5_A.typ      TCGTGTTGTTGCTTAAGGTGACGATTGAATCGGCACCGCGCGACACGACACGGTTCCTTG 635
Ref_A.typ       TCGTGTTGTTGCTTAAGGTGACGATTGAATCGGCACCGCGCGACACGACACGGTTCCTTG 660
                ************************************************************

Seq1_A.typ      CTTAGTTTGATGAACAAAAAGACGTCCCGCACACCCAACGTCTGCTAAACACTAGACTAG 695
Seq3_A.typ      CTTAGTTTGATGAACAAAAAGACGTCCCGCACACCCAACGTCTGCTAAACACTAGACTAG 695
Seq5_A.typ      CTTAGTTTGATGAACAAAAAGACGTCCCGCACACCCAACGTCTGCTAAACACTAGACTAG 695
Ref_A.typ       CTTAGTTTGATGAACAAAAAGACGTCCCGCACACCCAACGTCTGCTAAACACTAGACTAG 720
                ************************************************************

Seq1_A.typ      AGCTGGTGTCTAGAGGTGTTGGGTGTGATTTTGATGGTCACAAAAGTGCCGCCATTTCAT 755
Seq3_A.typ      AGCTGGTGTCTAGAGGTGTTGGGTGTGATTTTGATGGTCACAAAAGTGCCGCCATTTCAT 755
Seq5_A.typ      AGCTGGTGTCTAGAGGTGTTGGGTGTGATTTTGATGGTCACAAAAGTGCCGCCATTTCAT 755
Ref_A.typ       AGCTGGTGTCTAGAGGTGTTGGGTGTGATTTTGATGGTCACAAAAGTGCCGCCATTTCAT 780
                ************************************************************

Seq1_A.typ      AGTGGCAACAACCAGCATACGTCTATGATACTAGTAGGTTGGCTGGTTGATGAAACGGCA 815
Seq3_A.typ      AGTGGCAACAACCAGCATACGTCTATGATACTAGTAGGTTGGCTGGTTGATGAAACGGCA 815
Seq5_A.typ      AGTGGCAACAACCAGCATACGTCTATGATACTAGTAGGTTGGCTGGTTGATGAAACGGCA 815
Ref_A.typ       AGTGGCAACAACCAGCATACGTCTATGATACTAGTAGGTTGGCTGGTTGATGAAACGGCA 840
                ************************************************************

Seq1_A.typ      ACGGAATGTGCGCATGCATGTGATCGAGAAGCGATAATGTTCGTA---------------- 860
Seq3_A.typ      ACGGAATGTGCGCATGCATGTGATCGAGAAGCGATAATGTTCGTA---------------- 860
Seq5_A.typ      ACGGAATGTGCGCATGCATGTGATCGAGAAGCGATAATGTTCGTA---------------- 860
Ref_A.typ       ACGGAATGTGCGCATGCATGTGATCGAGAAGCGATAATGTTCGTATTTGACCTCAGCTCA 900
                ******************************************
```

Abbildung 35: Alignment der ITS-1, 5,8S und ITS-2 Region der aus *Epinephelus areolatus* aus Gewässern der Segara Anakan isolierten Nematoda (Seq 1/3/5) *Anisakis typica*: A. typ gegen die Referenzsequenz (Ref_A.typ) der Gendatenbank von NCBI. Unterschiede in den Sequenzen sind grau hinterlegt.

Beim Vergleich der Segara Anakan Sequenzen ist ein Basenaustausch (grau hinterlegt, Position 155), eventuell durch eine Punktmutation oder aber durch einen Lesefehler bei der Sequenzierung erkennbar. Die restliche Sequenzabfolge ist bei allen drei verglichenen Sequenzen identisch zur Referenzsequenz.

Danach folgt mit einer Sequenz (Seq 1), stellvertretend für die drei *A. typica* Sequenzen (Seq 1/3/5 in Abb. 35), der Vergleich mit der Sequenz des *Anisakis* sp. (HC-2005) Exemplares (Abb. 36). Hierbei stellt Sequenz 1 auch gleichzeitig die Referenzsequenz dar, da diese wie in Abbildung 35 ersichtlich wird, mit der Referenzsequenz identisch ist.

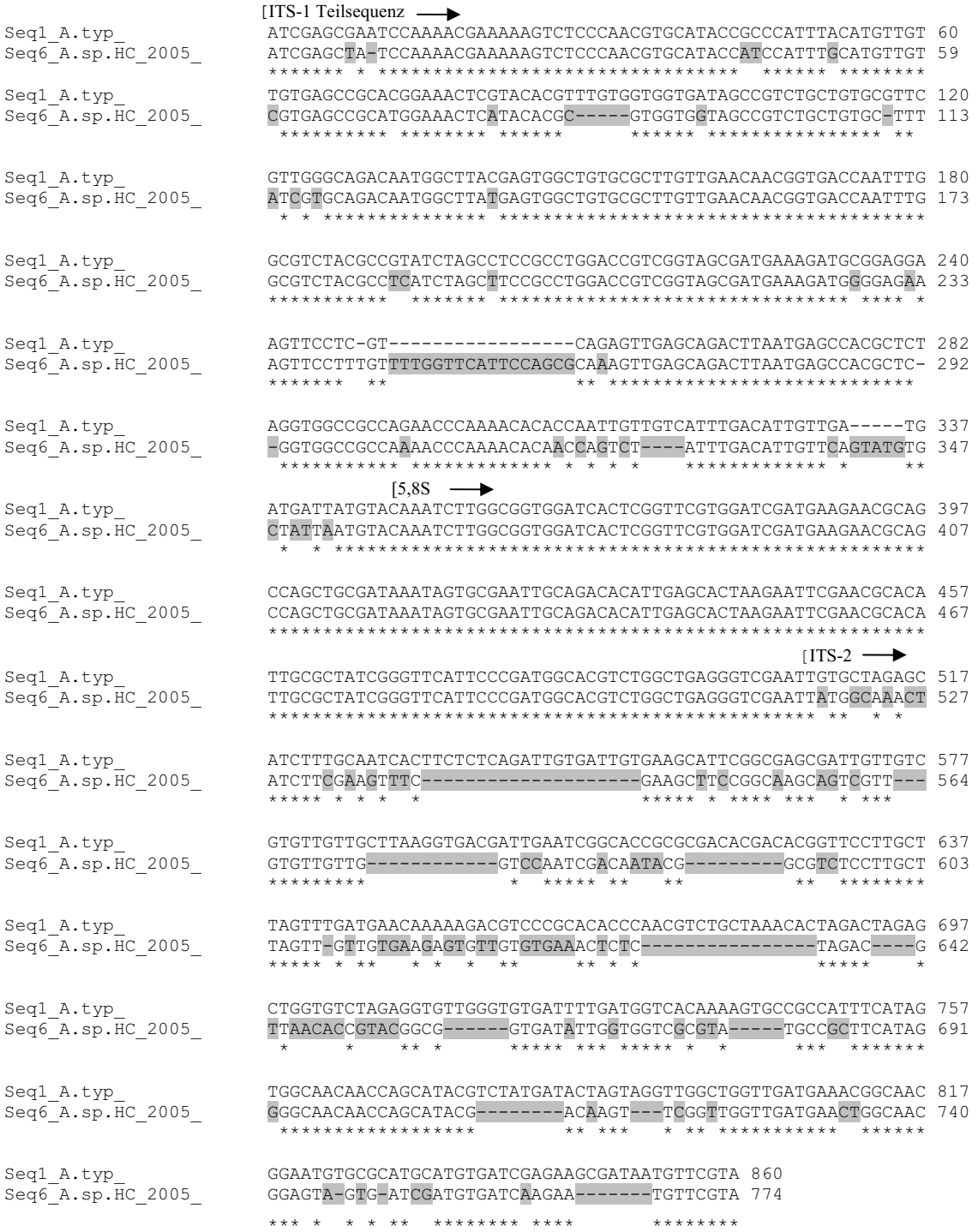


Abbildung 36: Alignment der ITS-1, 5,8S und ITS-2 Region der aus *Epinephelus areolatus* aus Gewässern der Segara Anakan isolierten Nematoda *Anisakis typica*: A. typ. Stellvertretend für die Sequenzen Seq 3/5 (siehe Abb. 35) von *A. typica* hier Seq 1 aus der Segara Anakan gegen die Sequenz von *Anisakis* sp. (HC-2005), Seq 6. Unterschiede in den Sequenzen sind grau markiert.

Beim Vergleich der Sequenz von *A. typica* der Segara Anakan mit der genetisch bisher unklassifizierten Variante *Anisakis* sp. (HC-2005) desselben Gebietes sind eindeutige Sequenzunterschiede in den beiden ITS-Regionen erkennbar (Abb. 36).

Bali: Aus *Epinephelus areolatus* des Küstengebietes vor Bali konnten ausschließlich *Anisakis typica* mit Basenpaarlängen von 859-860 Bp (ohne flankierende Bereiche) und GC Gehalten von 49,07-49,59 % nachgewiesen werden (Tab. 10). Folgend wurden die erhaltenen Sequenzen von *A. typica* aus den Fischen der balinesischen Gewässer verglichen (Abb. 37).

```
                    [ITS-1 Teilsequenz ⟶
Seq9_A.typ_B        ATCGAGCGAATCCAAAACGAAAAAGTCTCCCAACGTGCATACCGCCCATTTACATGTTGT 60
Seq10_A.typ_B       ATCGAGCGAATCCAAAACGAAAAAGTCTCCCAACGTGCATACCGCCCATTTACATGTTGT 60
Seq11_A.typ_B       ATCGAGCGAATCCAAAACGAAAAAGTCTCCCAACGTGCATACCGCCCATTTACATGTTGT 60
Seq13_A.typ_B       ATCGAGCGAATCCAAA-CGAAAAAGTCTCCCAACGTGCATACCGCCCATTTACATGTTGT 59
Seq14_A.typ_B       ATCGAGCGAATCCAAAACGAAAAAGTCTCCCAACGTGCATACCGCCCATTTACATGTTGT 60
                    *************** ********************************************

Seq9_A.typ_B        TGTGAGCCGCACGGAAACTCGTACACGTTTGTGGTGGTGATAGCCGTCTGCTGTGCGTTC 120
Seq10_A.typ_B       TGTGAGCCGCACGGAAACTCGTACACGTTTGTGGTGGTGATAGCCGTCTGCTGTGCGTTC 120
Seq13_A.typ_B       TGTGAGCCGCACGGAAACTCGTACACGTTTGTGGTGGTGATAGCCGTCTGCTGTGCGTTC 119
Seq11_A.typ_B       TGTGAGCCGCACGGAAACTCGTACACGTTTGTGGTGGTGATAGCCGTCTGCTGTGCGTTC 120
Seq14_A.typ_B       TGTGAGCCGCACGGAAACTCGTACACGTTTGTGGTGGTGATAGCCGTCTGCTGTGCGTTC 120
                    ************************************************************

Seq9_A.typ_B        GTTGGGCAGACAATGGCTTACGAGTGGCTGTGCGCTTGTTGAACAACGGTGACCAATTTG 180
Seq10_A.typ_B       GTTGGGCAGACAATGGCTTACGAGTGGCTGTGCGCTTGTTGAACAACGGTGACCAATTTG 180
Seq11_A.typ_B       GTTGGGCAGACAATGGCTTACGAGTGGCTGTGCGCTTGTTGAACAACGGTGACCAATTTG 180
Seq13_A.typ_B       GTTGGGCAGACAATGGCTTACGAGTGGCTGTGCGCTTGTTGAACAACGGTGACCAATTTG 179
Seq14_A.typ_B       GTTGGGCAGACAATGGCTTACGAGTGGCTGTGCGCTTGTTGAACAACGGTGACCAATTTG 180
                    ************************************************************

Seq9_A.typ_B        GCGTCTACGCCGTATCTAGCCTCCGCCTGGACCGTCGGTAGCGATGAAAGATGCGGAGGA 240
Seq10_A.typ_B       GCGTCTACGCCGTATCTAGCCTCCGCCTGGACCGTCGGTAGCGATGAAAGATGCGGAGGA 240
Seq11_A.typ_B       GCGTCTACGCCGTATCTAGCCTCCGCCTGGACCGTCGGTAGCGATGAAAGATGCGGAGGA 240
Seq13_A.typ_B       GCGTCTACGCCGTATCTAGCCTCCGCCTGGACCGTCGGTAGCGATGAAAGATGCGGAGGA 239
Seq14_A.typ_B       GCGTCTACGCCGTATCTAGCCTCCGCCTGGACCGTCGGTAGCGATGAAAGATGCGGAGGA 240
                    ************************************************************

Seq9_A.typ_B        AGTTCCTCGTCAGAGTTGAGCAGACTTAATGAGCCACGCTCTAGGTGGCCGCCAGAACCC 300
Seq10_A.typ_B       AGTTCCTCGTCAGAGTTGAGCAGACTTAATGAGCCACGCTCTAGGTGGCCGCCAGAACCC 300
Seq11_A.typ_B       AGTTCCTCGTCAGAGTTGAGCAGACTTAATGAGCCACGCTCTAGGTGGCCGCCAGAACCC 300
Seq13_A.typ_B       AGTTCCTCGTCAGAGTTGAGCAGACTTAATGAGCCACGCTCTAGGTGGCCGCCAGAACCC 299
Seq14_A.typ_B       AGTTCCTCGTCAGAGTTGAGCAGACTTAATGAGCCACGCTCTAGGTGGCCGCCAGAACCC 300
                    ************************************************************
                                                          [5,8S          ⟶
Seq9_A.typ_B        AAAACACACCAATTGTTGTCATTTGACATTGTTGATGATGATTATGTACAAATCTTGGCG 360
Seq10_A.typ_B       AAAACACACCAATTGTTGTCATTTGACATTGTTGATGATGATTATGTACAAATCTTGGCG 360
Seq11_A.typ_B       AAAACACACCAATTGTTGTCATTTGACATTGTTGATGATGATTATGTACAAATCTTGGCG 360
Seq13_A.typ_B       AAAACACACCAATTGTTGTCATTTGACATTGTTGATGATGATTATGTACAAATCTTGGCG 359
Seq14_A.typ_B       AAAACACACCAATTGTTGTCATTTGACATTGTTGATGATGATTATGTACAAATCTTGGCG 360
                    ************************************************************

Seq9_A.typ_B        GTGGATCACTCGGTTCGTGGATCGATGAAGAACGCAGCCAGCTGCGATAAATAGTGCGAA 420
Seq10_A.typ_B       GTGGATCACTCGGTTCGTGGATCGATGAAGAACGCAGCCAGCTGCGATAAATAGTGCGAA 420
Seq11_A.typ_B       GTGGATCACTCGGTTCGTGGATCGATGAAGAACGCAGCCAGCTGCGATAAATAGTGCGAA 420
Seq13_A.typ_B       GTGGATCACTCGGTTCGTGGATCGATGAAGAACGCAGCCAGCTGCGATAAATAGTGCGAA 419
Seq14_A.typ_B       GTGGATCACTCGGTTCGTGGATCGATGAAGAACGCAGCCAGCTGCGATAAATAGTGCGAA 420
                    ************************************************************

Seq9_A.typ_B        TTGCAGACACATTGAGCACTAAGAATTCGAACGCACATTGCGCTATCGGGTTCATTCCCG 480
Seq10_A.typ_B       TTGCAGACACATTGAGCACTAAGAATTCGAACGCACATTGCGCTATCGGGTTCATTCCCG 480
Seq11_A.typ_B       TTGCAGACACATTGAGCACTAAGAATTCGAACGCACATTGCGCTATCGGGTTCATTCCCG 480
Seq13_A.typ_B       TTGCAGACACATTGAGCACTAAGAATTCGAACGCACATTGCGCTATCGGGTTCATTCCCG 479
Seq14_A.typ_B       TTGCAGACACATTGAGCACTAAGAATTCGAACGCACATTGCGCTATCGGGTTCATTCCCG 480
                    ************************************************************
                                                [ITS-2 ⟶
Seq9_A.typ_B        ATGGCACGTCTGGCTGAGGGTCGAATTGTGCTAGAGCATCTTTGCAATCACTTCTCTCAG 540
Seq10_A.typ_B       ATGGCACGTCTGGCTGAGGGTCGAATTGTGCTAGAGCATCTTTGCAATCACTTCTCTCAG 540
Seq11_A.typ_B       ATGGCACGTCTGGCTGAGGGTCGAATTGTGCTAGAGCATCTTTGCAATCACTTCTCTCAG 540
Seq13_A.typ_B       ATGGCACGTCTGGCTGAGGGTCGAATTGTGCTAGAGCATCTTTGCAATCACTTCTCTCAG 539
Seq14_A.typ_B       ATGGCACGTCTGGCTGAGGGTCGAATTGTGCTAGAGCATCTTTGCAATCACTTCTCTCAG 540
                    ************************************************************
```

```
Seq9_A.typ_B       ATTGTGATTGTGAAGCATTCGGCGAGCGATTGTTGTCGTGTTGTTGCTTAAGGTGACGAT 600
Seq10_A.typ_B      ATTGTGATTGTGAAGCATTCGGCGAGCGATTGTTGTCGTGTTGTTGCTTAAGGTGACGAT 600
Seq11_A.typ_B      ATTGTGATTGTGAAGCATTCGGCGAGCGATTGTTGTCGTGTTGTTGCTTAAGGTGACGAT 600
Seq13_A.typ_B      ATTGTGATTGTGAAGCATTCGGCGAGCGATTGTTGTCGTGTTGTTGCTTAAGGTGACGAT 599
Seq14_A.typ_B      ATTGTGATTGTGAAGCATTCGGCGAGCGATTGTTGTCGTGTTGTTGCTTAAGGTGACGAT 600
                   ************************************************************

Seq9_A.typ_B       TGAATCGGCACCGCGCGACACGACACGGTTCCTTGCTTAGTTTGATGAACAAAAAGACGT 660
Seq10_A.typ_B      TGAATCGGCACCGCGCGACACGACACGGTTCCTTGCTTAGTTTGATGAACAAAAAGACGT 660
Seq11_A.typ_B      TGAATCGGCACCGCGCGACACGACACGGTTCCTTGCTTAGTTTGATGAACAAAAAGACGT 660
Seq13_A.typ_B      TGAATCGGCACCGCGCGACACGACACGGTTCCTTGCTTAGTTTGATGAACAAAAAGACGT 659
Seq14_A.typ_B      TGAATCGGCACCGCGCGACACGACACGGTTCCTTGCTTAGTTTGATGAACAAAAAGACGT 660
                   ************************************************************

Seq9_A.typ_B       CCCGCACACCCAACGTCTGCTAAACACTAGACTAGAGCTGGTGTCTAGAGGTGTTGGGTG 720
Seq10_A.typ_B      CCCGCACACCCAACGTCTGCTAAACACTAGACTAGAGCTGGTGTCTAGAGGTGTTGGGTG 720
Seq11_A.typ_B      CCCGCACACCCAACGTCTGCTAAACACTAGACTAGAGCTGGTGTCTAGAGGTGTTGGGTG 720
Seq13_A.typ_B      CCCGCACACCCAACGTCTGCTAAACACTAGACTAGAGCTGGTGTCTAGAGGTGTTGGGTG 719
Seq14_A.typ_B      CCCGCACACCCAACGTCTGCTAAACACTAGACTAGAGCTGGTGTCTAGAGGTGTTGGGTG 720
                   ************************************************************

Seq9_A.typ_B       TGATTTTGATGGTCACAAAAGTGCCGCCATTTCATAGTGGCAACAACCAGCATACGTCTA 780
Seq10_A.typ_B      TGATTTTGATGGTCACAAAAGTGCCGCCATTTCATAGTGGCAACAACCAGCATACGTCTA 780
Seq11_A.typ_B      TGATTTTGATGGTCACAAAAGTGCCGCCATTTCATAGTGGCAACAACCAGCATACGTCTA 780
Seq13_A.typ_B      TGATTTTGATGGTCACAAAAGTGCCGCCATTTCATAGTGGCAACAACCAGCATACGTCTA 779
Seq14_A.typ_B      TGATTTTGATGGTCACAAAAGTGCCGCCATTTCATAGTGGCNACAACCASCATACGTCTA 780
                   ****************************************** ******* **********

Seq9_A.typ_B       TGATACTAGTAGGTTGGCTGGTTGATGAAACGGCAACGGAATGTGCGNATGCATGTGATC 840
Seq10_A.typ_B      TGATACTAGTAGGTTGGCTGGTTGATGAAACGGCAACGGAATGTGCGCATGCATGTGATC 840
Seq11_A.typ_B      TGATACTAGTAGGTTGGCTGGTTGATGAAACGGCAACGGAATGTGCGCATGCATGTGATC 840
Seq13_A.typ_B      TGATACTAGTAGGTTGGCTGGTTGATGAAACGGCAACGGAATGTGCGCATGCATGTGATC 839
Seq14_A.typ_B      TGATACTAGTAGGTTGGCTGGTTGATGAAACNGCAACGGAATGTGCGCATGCATGTGATC 840
                   ****************************** *************** ************

Seq9_A.typ_B       GAGAAGCGATAATGTTCGTA 860
Seq10_A.typ_B      GAGAAGCGATAATGTTCGTA 860
Seq11_A.typ_B      GAGAAGCGATAATGTTCGTA 860
Seq13_A.typ_B      GAGAAGCGATAATGTTCGTA 859
Seq14_A.typ_B      NANAAGCGATAATGTTCGTA 860
                    * *****************
```

Abbildung 37: Alignment der ITS-1, 5,8S und ITS-2 Region der aus *Epinephelus areolatus* aus Gewässern vor Bali (Bali:_B) isolierten Nematoda. *Anisakis typica*: A. typ. Unterschiede in den Sequenzen sind grau markiert.

Der Vergleich der Sequenzen von *A. typica* aus balinesischen Gewässern zeigt eine Basenlücke in der ITS-1 (Position 59) sowie drei unbestimmte Basen am Ende der ITS-2 (Position 840, 860), die eventuell auf Lesefehler in der Sequenzierung zurückzuführen sind (Abb. 37).

Vergleich der Sequenzen beider Gebiete: An dieser Stelle wurde jeweils eine Sequenz der ITS-1, 5,8S und ITS-2 Region jedes Gebietes (Java und Bali) miteinander und gegenüber der Referenz verglichen (Abb. 38). Der regionale Vergleich von *A. typica* ergab keine Sequenzunterschiede.

```
                                          [ITS-1 Teilsequenz  ⟶
Seq1_A.typ_J       -------------------------ATCGAGCGAATCCAAAACGAAAAAGTCTCCCAACG 35
Seq10_A.typ_B      -------------------------ATCGAGCGAATCCAAAACGAAAAAGTCTCCCAACG 35
Ref_Seq_A.typ      TAGGTGAACCTGCGGAAGGATCATTATCGAGCGAATCCAAAACGAAAAAGTCTCCCAACG 60
                                           **********************************

Seq1_A.typ_J       TGCATACCGCCCATTTACATGTTGTTGTGAGCCGCACGGAAACTCGTACACGTTTGTGGT 95
Seq10_A.typ_B      TGCATACCGCCCATTTACATGTTGTTGTGAGCCGCACGGAAACTCGTACACGTTTGTGGT 95
Ref_Seq_A.typ      TGCATACCGCCCATTTACATGTTGTTGTGAGCCGCACGGAAACTCGTACACGTTTGTGGT 120
                   ************************************************************

Seq1_A.typ_J       GGTGATAGCCGTCTGCTGTGCGTTCGTTGGGCAGACAATGGCTTACGAGTGGCTGTGCGC 155
Seq10_A.typ_B      GGTGATAGCCGTCTGCTGTGCGTTCGTTGGGCAGACAATGGCTTACGAGTGGCTGTGCGC 155
Ref_Seq_A.typ      GGTGATAGCCGTCTGCTGTGCGTTCGTTGGGCAGACAATGGCTTACGAGTGGCTGTGCGC 180
                   ************************************************************
```

```
Seq1_A.typ_J       TTGTTGAACAACGGTGACCAATTTGGCGTCTACGCCGTATCTAGCCTCCGCCTGGACCGT 215
Seq10_A.typ_B      TTGTTGAACAACGGTGACCAATTTGGCGTCTACGCCGTATCTAGCCTCCGCCTGGACCGT 215
Ref_Seq_A.typ      TTGTTGAACAACGGTGACCAATTTGGCGTCTACGCCGTATCTAGCCTCCGCCTGGACCGT 240
                   ************************************************************

Seq1_A.typ_J       CGGTAGCGATGAAAGATGCGGAGGAAGTTCCTCGTCAGAGTTGAGCAGACTTAATGAGCC 275
Seq10_A.typ_B      CGGTAGCGATGAAAGATGCGGAGGAAGTTCCTCGTCAGAGTTGAGCAGACTTAATGAGCC 275
Ref_Seq_A.typ      CGGTAGCGATGAAAGATGCGGAGGAAGTTCCTCGTCAGAGTTGAGCAGACTTAATGAGCC 300
                   ************************************************************

Seq1_A.typ_J       ACGCTCTAGGTGGCCGCCAGAACCCAAAACACACCAATTGTTGTCATTTGACATTGTTGA 335
Seq10_A.typ_B      ACGCTCTAGGTGGCCGCCAGAACCCAAAACACACCAATTGTTGTCATTTGACATTGTTGA 335
Ref_Seq_A.typ      ACGCTCTAGGTGGCCGCCAGAACCCAAAACACACCAATTGTTGTCATTTGACATTGTTGA 360
                   ************************************************************
                          [5,8S      ⟶
Seq1_A.typ_J       TGATGATTATGTACAAATCTTGGCGGTGGATCACTCGGTTCGTGGATCGATGAAGAACGC 395
Seq10_A.typ_B      TGATGATTATGTACAAATCTTGGCGGTGGATCACTCGGTTCGTGGATCGATGAAGAACGC 395
Ref_Seq_A.typ      TGATGATTATGTACAAATCTTGGCGGTGGATCACTCGGTTCGTGGATCGATGAAGAACGC 420
                   ************************************************************

Seq1_A.typ_J       AGCCAGCTGCGATAAATAGTGCGAATTGCAGACACATTGAGCACTAAGAATTCGAACGCA 455
Seq10_A.typ_B      AGCCAGCTGCGATAAATAGTGCGAATTGCAGACACATTGAGCACTAAGAATTCGAACGCA 455
Ref_Seq_A.typ      AGCCAGCTGCGATAAATAGTGCGAATTGCAGACACATTGAGCACTAAGAATTCGAACGCA 480
                   ************************************************************
                                                              [ITS-2   ⟶
Seq1_A.typ_J       CATTGCGCTATCGGGTTCATTCCCGATGGCACGTCTGGCTGAGGGTCGAATTGTGCTAGA 515
Seq10_A.typ_B      CATTGCGCTATCGGGTTCATTCCCGATGGCACGTCTGGCTGAGGGTCGAATTGTGCTAGA 515
Ref_Seq_A.typ      CATTGCGCTATCGGGTTCATTCCCGATGGCACGTCTGGCTGAGGGTCGAATTGTGCTAGA 540
                   ************************************************************

Seq1_A.typ_J       GCATCTTTGCAATCACTTCTCTCAGATTGTGATTGTGAAGCATTCGGCGAGCGATTGTTG 575
Seq10_A.typ_B      GCATCTTTGCAATCACTTCTCTCAGATTGTGATTGTGAAGCATTCGGCGAGCGATTGTTG 575
Ref_Seq_A.typ      GCATCTTTGCAATCACTTCTCTCAGATTGTGATTGTGAAGCATTCGGCGAGCGATTGTTG 600
                   ************************************************************

Seq1_A.typ_J       TCGTGTTGTTGCTTAAGGTGACGATTGAATCGGCACCGCGCGACACGACACGGTTCCTTG 635
Seq10_A.typ_B      TCGTGTTGTTGCTTAAGGTGACGATTGAATCGGCACCGCGCGACACGACACGGTTCCTTG 635
Ref_Seq_A.typ      TCGTGTTGTTGCTTAAGGTGACGATTGAATCGGCACCGCGCGACACGACACGGTTCCTTG 660
                   ************************************************************

Seq1_A.typ_J       CTTAGTTTGATGAACAAAAAGACGTCCCGCACACCCAACGTCTGCTAAACACTAGACTAG 695
Seq10_A.typ_B      CTTAGTTTGATGAACAAAAAGACGTCCCGCACACCCAACGTCTGCTAAACACTAGACTAG 695
Ref_Seq_A.typ      CTTAGTTTGATGAACAAAAAGACGTCCCGCACACCCAACGTCTGCTAAACACTAGACTAG 720
                   ************************************************************

Seq1_A.typ_J       AGCTGGTGTCTAGAGGTGTTGGGTGTGATTTTGATGGTCACAAAAGTGCCGCCATTTCAT 755
Seq10_A.typ_B      AGCTGGTGTCTAGAGGTGTTGGGTGTGATTTTGATGGTCACAAAAGTGCCGCCATTTCAT 755
Ref_Seq_A.typ      AGCTGGTGTCTAGAGGTGTTGGGTGTGATTTTGATGGTCACAAAAGTGCCGCCATTTCAT 780
                   ************************************************************

Seq1_A.typ_J       AGTGGCAACAACCAGCATACGTCTATGATACTAGTAGGTTGGCTGGTTGATGAAACGGCA 815
Seq10_A.typ_B      AGTGGCAACAACCAGCATACGTCTATGATACTAGTAGGTTGGCTGGTTGATGAAACGGCA 815
Ref_Seq_A.typ      AGTGGCAACAACCAGCATACGTCTATGATACTAGTAGGTTGGCTGGTTGATGAAACGGCA 840
                   ************************************************************

Seq1_A.typ_J       ACGGAATGTGCGCATGCATGTGATCGAGAAGCGATAATGTTCGTA--------------- 860
Seq10_A.typ_B      ACGGAATGTGCGCATGCATGTGATCGAGAAGCGATAATGTTCGTA--------------- 860
Ref_Seq_A.typ      ACGGAATGTGCGCATGCATGTGATCGAGAAGCGATAATGTTCGTATTTGACCTCAGCTCA 900
                   *****************************************
```

Abbildung 38: Alignment der ITS-1, 5,8S und ITS-2 Region der aus *Epinephelus areolatus* aus Gewässern der Segara Anakan (Java:_J) und Bali (Bali:_B) isolierten Nematoda *Anisakis typica*: A. typ gegen die Referenzsequenz (Ref_Seq_A.typ) der Gendatenbank von NCBI.

Vergleich der Sequenzen beider Gebiete mit Sequenzen vorangegangener Arbeiten: An dieser Stelle wurde jeweils die ITS-1 Sequenz eines jeden Untersuchungsgebietes (Seq 1 von Java und Seq 10 von Bali) mit der ITS-1 Sequenz von *Anisakis* sp. II aus der Arbeit von Palm et al. (2008) verglichen (Abb. 39). Die beiden Sequenzen 1 und 10 fungieren hier ebenfalls als Referenz, da sie wie voranstehend gezeigt wurde, mit dieser identisch sind (Abb. 38).

```
                                        [ITS-1 Teilsequenz
Seq_A.sp.II       ------------------------------CAACGTGCATACCGCCCATTTACATGTTGT 30
Seq1_A.typ_J      ATCGAGCGAATCCAAAACGAAAAAGTCTCCCAACGTGCATACCGCCCATTTACATGTTGT 60
Seq10_A.typ_B     ATCGAGCGAATCCAAAACGAAAAAGTCTCCCAACGTGCATACCGCCCATTTACATGTTGT 60
                                          ******************************

Seq_A.sp.II       TGTGAGCCGCACGGAAACTCGTACACGTTTGTGGTGGTGATAGCCGTCTGCTGTGCGTTC 90
Seq1_A.typ_J      TGTGAGCCGCACGGAAACTCGTACACGTTTGTGGTGGTGATAGCCGTCTGCTGTGCGTTC 120
Seq10_A.typ_B     TGTGAGCCGCACGGAAACTCGTACACGTTTGTGGTGGTGATAGCCGTCTGCTGTGCGTTC 120
                  ************************************************************

Seq_A.sp.II       GTTGGGCAGACAATGGCTTACGAGTGGCTGTGCGCTTGTTGAACAACGGTGAC-AATTTG 149
Seq1_A.typ_J      GTTGGGCAGACAATGGCTTACGAGTGGCTGTGCGCTTGTTGAACAACGGTGACCAATTTG 180
Seq10_A.typ_B     GTTGGGCAGACAATGGCTTACGAGTGGCTGTGCGCTTGTTGAACAACGGTGACCAATTTG 180
                  ************************************************** ******

Seq_A.sp.II       GCGTCTACGCCGTATCTAGCCTCCGCCTGGACCGTCGGTAGCGATGAAAGATGCGGAGGA 209
Seq1_A.typ_J      GCGTCTACGCCGTATCTAGCCTCCGCCTGGACCGTCGGTAGCGATGAAAGATGCGGAGGA 240
Seq10_A.typ_B     GCGTCTACGCCGTATCTAGCCTCCGCCTGGACCGTCGGTAGCGATGAAAGATGCGGAGGA 240
                  ************************************************************
Seq_A.sp.II       AGTTCCTCGTCAGAGTTGAGCAGACTTAATGAGCCACGCTCTAGGTGGCCGCCAGAACCC 269
Seq1_A.typ_J      AGTTCCTCGTCAGAGTTGAGCAGACTTAATGAGCCACGCTCTAGGTGGCCGCCAGAACCC 300
Seq10_A.typ_B     AGTTCCTCGTCAGAGTTGAGCAGACTTAATGAGCCACGCTCTAGGTGGCCGCCAGAACCC 300
                  ************************************************************

Seq_A.sp.II       AAAACACACCAATTGTTGTCATTTGACATTGTTGATGATGATTATGTACAAATCTTGGCG 329
Seq1_A.typ_J      AAAACACACCAATTGTTGTCATTTGACATTGTTGATGATGATTATGTACAAATCTTGGCG 360
Seq10_A.typ_B     AAAACACACCAATTGTTGTCATTTGACATTGTTGATGATGATTATGTACAAATCTTGGCG 360
                  ************************************************************

Seq_A.sp.II       GTGGATCACTCGG------------------------------------------------ 342
Seq1_A.typ_J      GTGGATCACTCGGTTCGTGGATCGATGAAGAACGCAGCCAGCTGCGATAAATAGTGCGAA 420
Seq10_A.typ_B     GTGGATCACTCGGTTCGTGGATCGATGAAGAACGCAGCCAGCTGCGATAAATAGTGCGAA 420
                  *************
```

Abbildung 39: Alignment der ITS-1 Region der aus *Epinephelus areolatus* aus Gewässern der Segara Anakan (Java:_J) und Bali (Bali:_B) isolierten Nematoda *Anisakis typica*: A.typ gegen die, ebenfalls aus *E. areolatus* isolierten Nematoda *Anisakis* sp. II Sequenz balinesischer Gewässer, entnommen aus Palm et al. (2008). Unterschiede in den Sequenzen sind grau markiert.

Abgesehen von einer Basenlücke (Position 149), sind die Sequenzen der vorliegenden Arbeit von *A. typica* mit der Sequenz von *Anisakis* sp. II aus Palm et al. (2008) identisch (Abb. 39).

4.4 Parasitologische Befunde

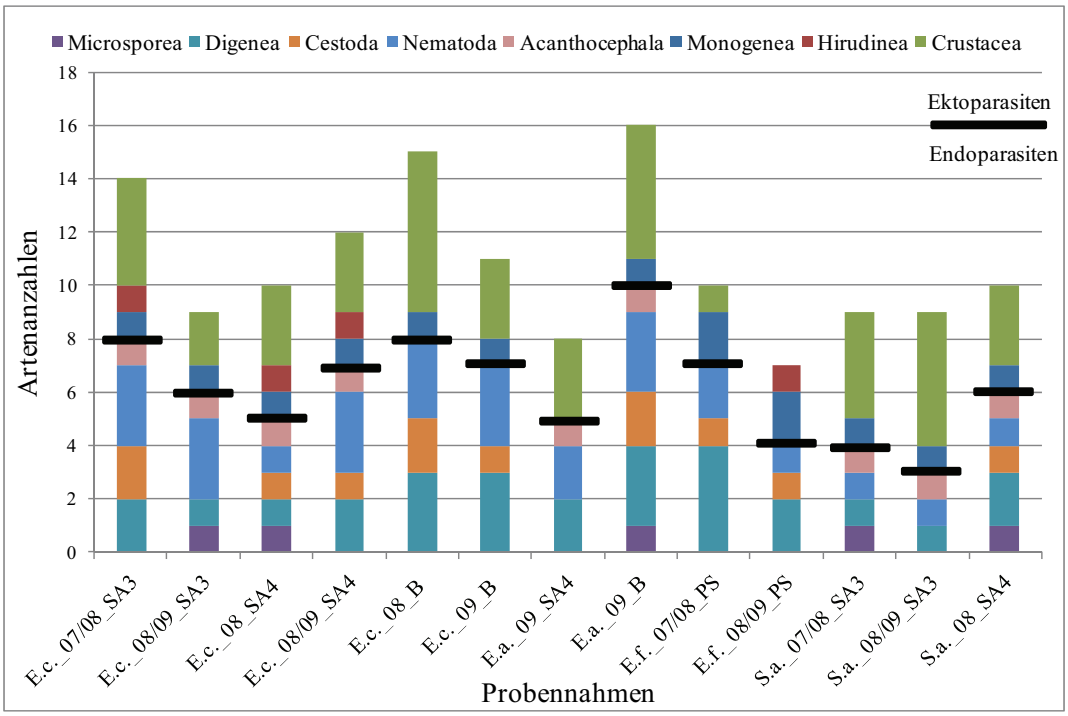
In der vorliegenden Arbeit konnten insgesamt 41 verschiedene Parasitenarten/-gattungen (unbestimmte Großgruppen, die eventuell schon gezählt wurden, sind hier ausgeschlossen) aus den 383 untersuchten Fischen der Arten *Epinephelus coioides, E. areolatus, E. fuscoguttatus* und *Scatophagus argus* aus allen Untersuchungsgebieten isoliert werden. Diese waren zugehörig zu den Großgruppen Ciliata (2), Microsporea (1), Digenea (10), Monogenea (3), Cestoda (4), Nematoda (7), Acanthocephala (3), Hirudinea (1) und Crustacea (10). Von diesen Arten/Taxa weisen 16 eine ektoparasitische Lebensweise und 25 eine endoparasitische Lebensweise auf. Nachstehend werden Prävalenzen (P in %), mittlere Intensitäten (mI), Intensitäten (I, als Bereich), mittlere Abundanzen (mA) und relative Häufigkeiten (pi in %) der nachgewiesenen Parasitenarten/-taxa der verschiedenen Fischarten aus den Untersuchungsgebieten dargestellt. Die Ergebnisse der speziellen Indizes werden nachfolgend angegeben (Kapitel 4.5). Sämtliche Blutausstriche wiesen einen negativen Befund auf, es konnten keine Parasiten im Blut nachgewiesen werden.

Sämtliche drei Zackenbarscharten wiesen ähnliche Parasitenarten/-taxa auf, wobei jedoch Unterschiede bei den Taxa Digenea, Cestoda, Nematoda und Crustacea nachgewiesen werden konnten. So traten die Digenea Arten *Cainocraedium epinepheli* und *Prosorhynchus luzonicus* nur in *E. coioides* auf, während *Lecithochirium magnaporum* nur in *E. areolatus* und *E. fuscoguttatus* vertreten war. Die Digenea Arten *Allopodocotyle epinepheli* und *P. crucibulum* kamen ausschließlich in *E. fuscoguttatus* vor. Der Monogenea *Benedenia epinepheli* trat ebenfalls ausschließlich bei *E. fuscoguttatus* auf. Bei den Cestoda konnten die Arten *Callitetrarhynchus gracilis* und *Parotobothrium balli* nur aus *E. areolatus* isoliert werden. Der Nematoda *Camallanus carangis* war in *E. coioides* und *E. fuscoguttatus* zu finden, während Exemplare der Gattung *Anisakis* ausschließlich aus *E. areolatus* isoliert werden konnten. Dasselbe gilt für den Acanthocephala *Serrasentis sagittifer*, welcher nur in *E. areolatus* lokalisiert werden konnte. Innerhalb der Crustacea gibt es nur eine Art (*Sagum epinepheli*), welche in nur einer Fischart (*E. coioides*) vorkam (Tab 11-13). Die Crustaceenfauna von *E. coioides* und *E. areolatus* war sehr ähnlich gegenüber der von *E. fuscoguttatus,* in der lediglich Gnathiidae gen. et sp. indet. vorkam. Die Unterschiede in der Parasitierung innerhalb der Endoparasiten müssen demnach einen regionalen Hintergrund haben, der sich auf die Lebenszyklen der jeweiligen Parasitenarten/-gattungen an den jeweiligen Standorten zurückführen lässt. Bei der auffälligen Abwesenheit der Crustacea in *E. fuscoguttatus* aus der Marikultur ist von einem Einfluss des „Behandlungs-Managements“ auszugehen, wobei Ektoparasiten z.B. durch Frischwasserbehandlungen regelmäßig abgewaschen werden. Die Unterschiede der Parasitengemeinschaften der untersuchten *E. coioides* und *E. areolatus* aus dem Küstengebiet der Segara Anakan und vor Bali sind in der Cluster-Analyse und dem MDS Plot in Kapitel 4.6.3 dargestellt (Abb. 55-56).

4.4.1 Verteilung der Artenanzahlen

An dieser Stelle sind im Vergleich sämtlicher Probennahmen dieser Dissertation die Verteilungen der Artenanzahlen innerhalb der verschiedenen Großgruppen, einmal für jede Probennahme einzeln und einmal pro Gebiet und Fischart wiedergegeben. Großgruppen wie Ciliata, wo nicht immer Untersuchungen durchgeführt werden konnten, sind ausgeschlossen (Abb. 40).

a)



b)

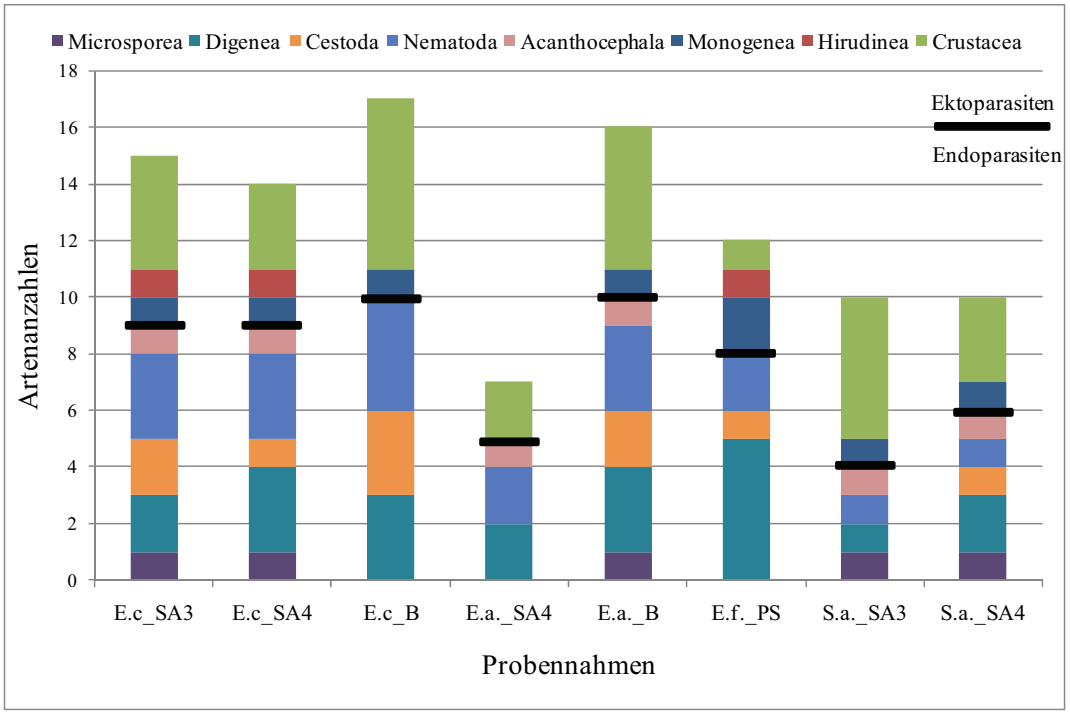


Abbildung 40: Verteilung der Artenanzahlen innerhalb der Parasitengroßgruppen a) sämtlicher Probennahmen und b) pro Gebiet und Fischart. Oberhalb der schwarzen Linie sind die Ektoparasiten und unterhalb die Endoparasiten dargestellt. E.c.: *Epinephelus coioides*, E.a.: *E. areolatus*, E.f.: *E. fuscoguttatus*, S.a.: *Scatophagus argus*, B: Bali, SA 3: Segara Anakan Lagune (innerhalb), SA 4: Segara Anakan Lagune (außerhalb), PS: Pulau Seribu (Tausend Inseln).

Innerhalb der untersuchten *Epinephelus coioides* liegt die Gesamtartenanzahl an Parasiten mit 17 Arten am höchsten bei den untersuchten Fischen aus Gewässern vor Bali, gefolgt von denen der Segara Anakan Lagune (Area 3) mit 15 Arten und des Küstenbereiches der Segara Anakan mit 14 Arten (Abb. 40b). Innerhalb der untersuchten *E. areolatus* liegt die Gesamtartenanzahl aus Bali mit 16 Arten mehr als doppelt so hoch wie aus denen der Segara Anakan Lagune (Area 4) mit nur 7 Arten (Abb. 40a, b). Bei den untersuchten *E. fuscoguttatus* der Marikulturanlage von den Tausend Inseln konnte ein Rückgang von insgesamt zehn Arten (mit Ciliata elf Arten) in 2007/08 auf nur noch sieben (mit Ciliata acht Arten) verzeichnet werden (Abb. 40a). Bei den untersuchten *Scatophagus argus* liegt die Gesamtartenanzahl im Einzelvergleich der Gebiete am höchsten aus dem Küstengebiet der Segara Anakan mit zehn Arten gegenüber je neun Arten der Segara Anakan in Area 3 (Abb. 40a). Betrachtet man jedoch beide Untersuchungsjahre innerhalb der Lagune zusammengefasst, so ist die Artenverteilung innerhalb und außerhalb der Lagune, mit je zehn Arten, ausgeglichen (Abb. 40b).

4.4.2 Parasitengemeinschaft der untersuchten Fischarten

Epinephelus coioides: Eine der Hauptzielfischarten war *E. coioides*, der vergleichend aus und vor der Segara Anakan Lagune der Südküste Zentraljavas und aus den Küstengewässern vor Bali untersucht wurde. Die Parasitierung ist tabellarisch, nach Gebieten beider Jahre sortiert, wobei in jeder Tabelle alle Parasitenarten von *E. coioides* angegeben sind. Die Parasitenfauna sämtlicher untersuchten *E. coioides* setzt sich aus zwei protozoischen und 23 metazoischen Parasitenarten zusammen: Ciliata (1), Microsporea (1), Digenea (5), Monogenea (1), Cestoda (4), Nematoda (4), Acanthocephala (1), Hirudinea (1) und Crustacea (7) (Tab. 11-13). Es konnten somit 25 Parasitenarten/-gattungen bei *E. coioides* isoliert und vier neue Wirtsnachweise erbracht werden (Tab. 32, Abb. 41).

Mit Ausnahme von *Trichodina* sp. I, *Didymodiclinus* sp., *Pseudorhabdosynochus lantauensis*, *Philometra* sp., *Spirophilometra* sp., *Alcirona* sp. und Gnathiidae gen. et sp. indet. traten sämtliche Parasitenarten/-taxa aus der Segara Anakan Area 3 mit Prävalenzen unter 30,0 % auf. *Pseudorhabdosynochus lantauensis* wies dabei die höchsten Prävalenzen mit 91,4-91,7 % auf. Das Ekto- zu Endoparasiten Verhältnis lag bei 0,67 bis 0,88 (Tab. 11).

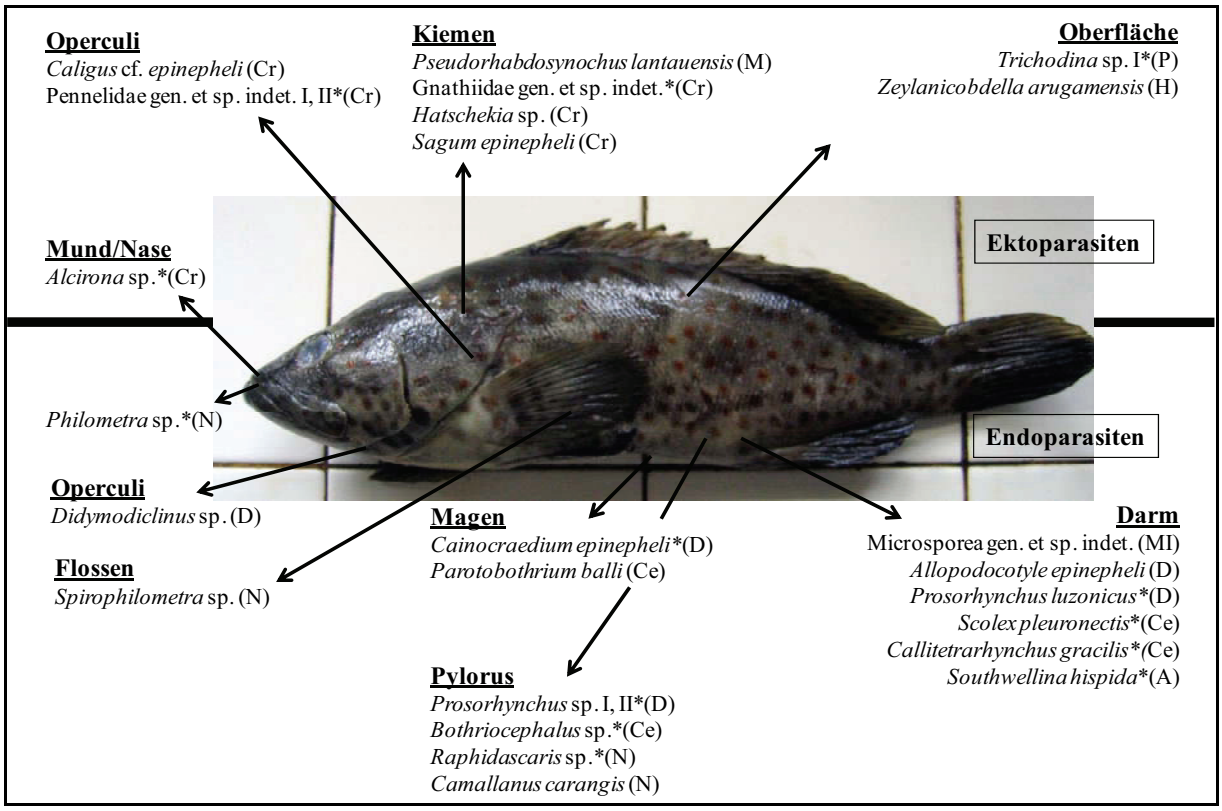


Abbildung 41: Isolierte Parasitenarten von *Epinephelus coioides.* In der oberen Hälfte sind die Ektoparasiten, in der unteren die Endoparasiten dargestellt. A: Acanthocephala, Ce: Cestoda, Cr: Crustacea, D: Digenea, H: Hirudinea, M: Monogenea, MI: Microsporea, N: Nematoda, P: Ciliata. * Parasiten kommen in mehreren Organen vor.

Bei *E. coioides* aus der Segara Anakan Area 4 traten sämtliche Parasitenarten/-taxa, mit Ausnahme von *Didymodiclinus* sp., *Pseudorhabdosynochus lantauensis*, *Spirophilometra* sp., *Zeylanicobdella arugamensis* und Pennelidae gen. et sp. indet. II in Prävalenzen von weniger als 30,0 % auf. Die höchsten Prävalenzen waren hier bei *Pseudorhabdosynochus lantauensis* mit 80,0 bis 86,7 % zu verzeichnen. Das Ekto- zu Endoparasiten Verhältnis lag bei 0,71 bis 1,00 (Tab. 12).

Tabelle 11: Prävalenzen (P in %), mittlere Intensitäten (mI), Intensitäten (I, als Bereich), mittlere Abundanzen (mA) und relative Häufigkeiten (p_i in %) der nachgewiesenen Parasitenarten/-taxa von *Epinephelus coioides* der Segara Anakan (SA 3) der beiden Jahre. Am Ende der Tabelle ist das Ekto-/Endoparasiten Verhältnis angegeben. A: Acanthocephala, Ce: Cestoda, Cr: Crustacea, D: Digenea, H: Hirudinea, M: Monogenea, MI: Microsporea, N: Nematoda, n: Anzahl der untersuchten Fische pro Probennahme, P: Ciliata.

	Epinephelus coioides					
Probennahme	**SA 3**	**2007/08**	**(n=35)**	**SA 3**	**2008/09**	**(n=35)**
Parasitenart	P [%]	mI (I) mA	p_i [%]	P [%]	mI (I) mA	p_i [%]
***Trichodina* sp. I (P)**	51,4	3,1 (1-9) 1,57	1,8	40,0	2,6 (1-11) 1,03	2,5
Microsporea gen. et sp. indet. (MI)	–	–	–	17,1	5,3 (1-15) 0,91	2,2
***Didymodiclinus* sp. (D)**	17,1	4,5 (2-9) 0,77	0,9	31,4	4,5 (1-32) 1,43	3,4
***Cainocraedium epinepheli* (D)**	–	–	–	–	–	–
***Prosorhynchus luzonicus* (D)**	–	–	–	–	–	–
***Prosorhynchus* sp. I (D)**	–	–	–	–	–	–
***Prosorhynchus* sp. II (D)**	5,7	6,0 (1-11) 0,34	0,4	–	–	–
Bucephalidae indet. (D)	–	–	–	–	–	–
Digenea indet. (D)	–	–	–	–	–	–
***Pseudorhabdosynochus lantauensis* (M)**	91,4	79,5 (3-433) 72,73	84,8	97,1	37,4 (1-150) 36,31	87,2
***Bothriocephalus* sp. (Ce)**	8,6	2,0 (1-3) 0,17	0,2	–	–	–
***Scolex pleuronectis* (Ce)**	2,9	2,0 (2) 0,06	0,1	–	–	–
***Callitetrarhynchus gracilis* (Ce)**	–	–	–	–	–	–
***Parotobothrium balli* (Ce)**	–	–	–	–	–	–
***Raphidascaris* sp. (N)**	2,9	1,0 (1) 0,03	0,03	8,6	2,3 (2-3) 0,20	0,5
***Camallanus carangis* (N)**	–	–	–	–	–	–
***Philometra* sp. (N)**	22,6	1,8 (1-3) 0,40	0,5	34,3	2,4 (1-7) 0,83	2,0
***Spirophilometra* sp. (N)**	42,9	3,5 (1-13) 1,51	1,8	31,4	3,9 (1-17) 1,23	2,9
Nematoda indet. I (N)	22,9	2,6 (1-8) 0,60	0,7	–	–	–
Nematoda indet. II (N)	2,9	9,0 (9) 0,26	0,3	–	–	–
***Southwellina hispida* (A)**	8,6	1,0 (1) 0,08	0,1	2,9	1,0 (1) 0,03	0,1
***Zeylanicobdella arugamensis* (H)**	8,6	2,0 (2) 0,17	0,2	–	–	–
***Alcirona* sp. (Cr)**	31,4	19,6 (1-194) 6,17	7,2	–	–	–
Gnathiidae gen. et sp. indet. (Cr)	8,6	1,0 (1) 0,08	0,1	40,0	1,7 (1-4) 0,69	1,6
***Caligus* cf. *epinepheli* (Cr)**	–	–	–	–	–	–
Caligidae gen. et sp. indet. (Cr)	–	–	–	–	–	–
***Hatschekia* sp. (Cr)**	–	–	–	–	–	–
***Sagum epinepheli* (Cr)**	–	–	–	–	–	–
Pennelidae gen. et sp. indet. I (Cr)	28,6	5,2 (1-28) 1,49	1,7	–	–	–
Pennelidae gen. et sp. indet. II (Cr)	20,0	4,3 (1-11) 0,86	1,0	2,9	1,0 (1) 0,03	0,1
Ektoparasiten		**7**			**4**	
Endoparasiten		**8**			**6**	
Verhältnis		**0,88**			**0,67**	

Bei den *E. coioides* aus den Gewässern vor Bali traten sämtliche Parasitenarten/-taxa mit Ausnahme von *Pseudorhabdosynochus lantauensis*, *Scolex pleuronectis*, *Philometra* sp., Caligidae gen. et sp. indet. und Pennelidae gen. et sp. indet. II in Prävalenzen von weniger als 30,0 % auf. Die höchsten Prävalenzen lagen hier bei *Pseudorhabdosynochus lantauensis* mit bis zu 80,0 %. Das Ekto- zu Endoparasiten Verhältnis lag bei 0,57 bis 0,88 (Tab. 13).

Tabelle 12: Prävalenzen (P in %), mittlere Intensitäten (mI), Intensitäten (I, als Bereich), mittlere Abundanzen (mA) und relative Häufigkeiten (p_i in %) der nachgewiesenen Parasitenarten/-taxa von *Epinephelus coioides* der Segara Anakan (SA 4) beider Jahre. Am Ende der Tabelle ist das Ekto-/Endoparasiten Verhältnis angegeben. A: Acanthocephala, Ce: Cestoda, Cr: Crustacea, D: Digenea, H: Hirudinea, M: Monogenea, MI: Microsporea, N: Nematoda, n: Anzahl der untersuchten Fische pro Probennahme, n.u.: nicht untersucht, P: Ciliata.

	Epinephelus coioides					
Probennahme	**SA 4**	**2008**	**(n=30)**	**SA 4**	**2008/09**	**(n=30)**
Parasitenart	P [%]	mI (I) mA	p_i [%]	P [%]	mI (I) mA	p_i [%]
***Trichodina* sp. I (P)**		n.u.			n.u.	
Microsporea gen. et sp. indet. (MI)	6,7	4,5 (1-8) 0,60	0,7	–	–	–
***Didymodiclinus* sp. (D)**	–	–	–	40,0	2,1 (1-7) 0,83	1,5
***Cainocraedium epinepheli* (D)**	–	–	–	–	–	–
***Prosorhynchus luzonicus* (D)**	6,7	31,0 (1-61) 0,60	5,0	–	–	–
***Prosorhynchus* sp. I (D)**	–	–	–	16,7	8,8 (1-29) 1,47	2,7
***Prosorhynchus* sp. II (D)**	–	–	–	–	–	–
Bucephalidae indet. (D)	–	–	–	–	–	–
Digenea indet. (D)	–	–	–	–	–	–
***Pseudorhabdosynochus lantauensis* (M)**	86,7	39,2 (1-259) 34,00	81,8	80,0	33,3 (1-225) 26,57	48,5
***Bothriocephalus* sp. (Ce)**	20,0	1,3 (1-2) 0,27	0,6	26,7	2,5 (1-6) 0,67	1,2
***Scolex pleuronectis* (Ce)**	–	–	–	–	–	–
***Callitetrarhynchus gracilis* (Ce)**	–	–	–	–	–	–
***Parotobothrium balli* (Ce)**	–	–	–	–	–	–
***Raphidascaris* sp. (N)**	–	–	–	3,3	1,0 (1) 0,03	0,1
***Camallanus carangis* (N)**	–	–	–	–	–	–
***Philometra* sp. (N)**	–	–	–	23,3	1,0 (1) 0,23	0,4
***Spirophilometra* sp. (N)**	36,7	2,3 (1-7) 0,83	2,0	26,7	3,5 (1-10) 0,93	1,7
Nematoda indet. I (N)	3,3	1,0 (1) 0,03	0,1	–	–	–
Nematoda indet. II (N)	–	–	–	–	–	–
***Southwellina hispida* (A)**	16,7	3,6 (1-7) 0,60	1,4	20,0	3,5 (1-13) 0,70	1,3
***Zeylanicobdella arugamensis* (H)**	16,7	1,2 (1-2) 0,20	0,5	40,0	2,3 (1-11) 0,93	1,7
***Alcirona* sp. (Cr)**	23,3	5,7 (1-33) 1,33	3,2	13,3	1,3 (1-2) 0,17	0,3
Gnathiidae gen. et sp. indet. (Cr)	6,7	11,5 (1-22) 0,77	1,8	13,3	1,8 (1-4) 0,23	0,4
***Caligus* cf. *epinepheli* (Cr)**	–	–	–	–	–	–
Caligidae gen. et sp. indet. (Cr)	–	–	–	–	–	–
***Hatschekia* sp. (Cr)**	–	–	–	–	–	–
***Sagum epinepheli* (Cr)**	–	–	–	–	–	–
Pennelidae gen. et sp. indet. I (Cr)	–	–	–	–	–	–
Pennelidae gen. et sp. indet. II (Cr)	56,7	2,5 (1-8) 1,43	3,5	23,3	94,6 (1-636) 22,10	40,2
Ektoparasiten		**5**			**5**	
Endoparasiten		**5**			**7**	
Verhältnis		**1,00**			**0,71**	

Tabelle 13: Prävalenzen (P in %), mittlere Intensitäten (mI), Intensitäten (I, als Bereich), mittlere Abundanzen (mA) und relative Häufigkeiten (p_i in %) der nachgewiesenen Parasitenarten/-taxa von *Epinephelus coioides* von Bali (B) beider Jahre. Am Ende der Tabelle ist das Ekto-/Endoparasiten Verhältnis angegeben. A: Acanthocephala, Ce: Cestoda, Cr: Crustacea, D: Digenea, H: Hirudinea, M: Monogenea, MI: Microsporea, N: Nematoda, n: Anzahl der untersuchten Fische pro Probennahme, n.u.: nicht untersucht, P: Ciliata.

	Epinephelus coioides					
Probennahme	**B**	**2008**	**(n=35)**	**B**	**2009**	**(n=30)**
Parasitenart	P [%]	mI (I) mA	p_i [%]	P [%]	mI (I) mA	p_i [%]
***Trichodina* sp. I (P)**	17,1	11,5 (2-32) 2,00	3,5		n.u.	
Microsporea gen. et sp. indet. (MI)	–	–	–	–	–	–
***Didymodiclinus* sp. (D)**	2,9	5,0 (5) 0,14	0,3	13,3	2,8 (2-4) 0,37	3,6
***Cainocraedium epinepheli* (D)**	11,4	4,5 (2-8) 0,51	0,9	6,7	2,0 (1-3) 0,13	1,3
***Prosorhynchus luzonicus* (D)**	–	–	–	–	–	–
***Prosorhynchus* sp. I (D)**	11,4	7,3 (1-23) 0,83	1,5	26,7	2,6 (1-7) 0,70	7,0
***Prosorhynchus* sp. II (D)**	–	–	–	–	–	–
Bucephalidae indet. (D)	–	–	–	3,3	2,0 (2) 0,07	0,7
Digenea indet. (D)	–	–	–	3,3	1,0 (1) 0,03	0,3
***Pseudorhabdosynochus lantauensis* (M)**	80,0	43,1 (1-246) 34,5	60,4	53,3	8,4 (1-35) 4,50	44,7
***Bothriocephalus* sp. (Ce)**	–	–	–	–	–	–
***Scolex pleuronectis* (Ce)**	42,9	4,9 (1-32) 2,10	3,7	–	–	–
***Callitetrarhynchus gracilis* (Ce)**	–	–	–	3,3	1,0 (1) 0,03	0,3
***Parotobothrium balli* (Ce)**	8,6	1,7 (1-3) 0,14	0,3	–	–	–
***Raphidascaris* sp. (N)**	28,6	2,9 (1-14) 0,83	1,5	20,0	1,3 (1-2) 0,27	2,6
***Camallanus carangis* (N)**	2,9	1,0 (1) 0,03	0,1	–	–	–
***Philometra* sp. (N)**	34,3	2,75 (1-10) 0,94	1,7	33,3	1,3 (1-2) 0,43	4,3
***Spirophilometra* sp. (N)**	–	–	–	23,3	2,9 (1-7) 0,67	6,6
Nematoda indet. I (N)	2,9	2,0 (2) 0,06	0,1	3,3	1,0 (1) 0,03	0,3
Nematoda indet. II (N)	–	–	–	–	–	–
***Southwellina hispida* (A)**	–	–	–	–	–	–
***Zeylanicobdella arugamensis* (H)**	–	–	–	–	–	–
***Alcirona* sp. (Cr)**	8,6	1,0 (1) 0,09	0,2	6,7	2,5 (1-4) 0,17	1,7
Gnathiidae gen. et sp. indet. (Cr)	5,7	1,5 (1-3) 0,09	0,2	10,0	2,7 (1-6) 0,27	2,6
***Caligus* cf. *epinepheli* (Cr)**	5,7	1,0 (1) 0,60	0,1	–	–	–
Caligidae gen. et sp. indet. (Cr)	60,0	25,9 (2-89) 15,6	27,2	6,7	1,0 (1) 0,07	0,7
***Hatschekia* sp. (Cr)**	14,3	8,0 (1-16) 1,14	2,0	–	–	–
***Sagum epinepheli* (Cr)**	2,9	1,0 (1) 0,03	0,1	–	–	–
Pennelidae gen. et sp. indet. I (Cr)	–	–	–	–	–	–
Pennelidae gen. et sp. indet. II (Cr)	–	–	–	33,3	7,0 (1-21) 2,33	23,2
Ektoparasiten		**7**			**4**	
Endoparasiten		**8**			**7**	
Verhältnis		**0,88**			**0,57**	

Epinephelus areolatus: *Epinephelus areolatus* wurde von der Südküste Javas vor der Segara Anakan und auf Bali untersucht. Aus den untersuchten Fischen dieser Fischart konnten 21 Parasitenarten/-gattungen isoliert werden. Diese zählten zu den Großgruppen der Microsporea (1), Digenea (5), Monogenea (1), Cestoda (2), Nematoda (4), Acanthocephala (2) und Crustacea (6). Hierbei handelt es sich ausschließlich um metazoische Parasiten, da die Fische bereits tot waren und somit Untersuchungen an protozoischen Arten nicht durchgeführt werden konnten. Die Untersuchung von *E. areolatus* erbrachte 13 neue Wirtsnachweise (Tab. 32, Abb. 42).

Mit Ausnahme von *Didymodiclinus* sp., *Prosorhynchus* sp. II, *Anisakis typica*, *Raphidascaris* sp., *Alcirona* sp., Gnathiidae gen. et sp. indet., *Hatschekia* sp. und Pennelidae gen. et sp. indet. traten sämtliche Parasitenarten/-taxa aus der Segara Anakan und Bali mit Prävalenzen unter 20,0 % auf. *Didymodiclinus* sp. wies dabei die höchste Prävalenz mit 100,0 % auf. Das Ekto- zu Endoparasiten Verhältnis lag bei 0,40 bis 0,60 (Tab. 14).

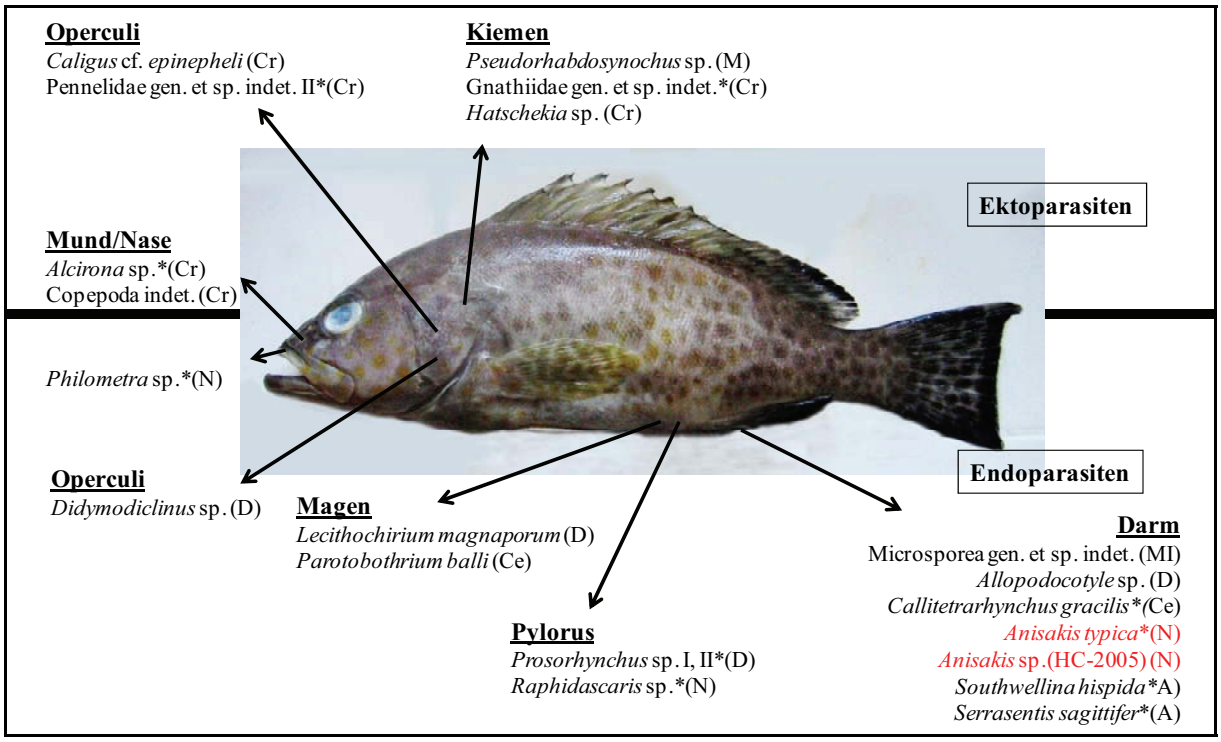


Abbildung 42: Isolierte Parasitenarten von *Epinephelus areolatus.* In der oberen Hälfte sind die Ektoparasiten, in der unteren die Endoparasiten dargestellt. Rot hervorgehoben sind Vertreter der zoonotischen Gattung *Anisakis.* A: Acanthocephala, Ce: Cestoda, Cr: Crustacea, D: Digenea, M: Monogenea, MI: Microsporea, N: Nematoda. * Parasiten kommen in mehreren Organen vor.

Tabelle 14: Prävalenzen (P in %), mittlere Intensitäten (mI), Intensitäten (I, als Bereich), mittlere Abundanzen (mA) und relative Häufigkeiten (p_i in %) der nachgewiesenen Parasitenarten/-taxa von *Epinephelus areolatus* der Segara Anakan (SA 4) und von Bali (B). Am Ende der Tabelle ist das Ekto-/Endoparasiten Verhältnis angegeben. A: Acanthocephala, Ce: Cestoda, Cr: Crustacea, D: Digenea, M: Monogenea, MI: Microsporea, N: Nematoda, n: Anzahl der untersuchten Fische pro Probennahme.

	Epinephelus areolatus					
Probennahme	**SA 4**	**2009**	**(n=30)**	**B**	**2009**	**(n=35)**
Parasitenart	P [%]	mI (I) mA	p_i [%]	P [%]	mI (I) mA	p_i [%]
Microsporea gen. et sp. indet. (MI)	–	–	–	6,7	2,0 (2) 0,13	0,4
***Didymodiclinus* sp. (D)**	–	–	–	100,0	16,4 (4-68) 16,40	49,6
***Allopodocotyle* sp. (D)**	–	–	–	3,3	1,0 (1) 0,03	0,1
***Prosorhynchus* sp. I (D)**	6,7	3,5 (1-6) 0,23	4,6	–	–	–
***Prosorhynchus* sp. II (D)**	–	–	–	23,3	5,9 (1-21) 1,37	4,1
***Lecithochirium magnaporum* (D)**	3,3	1,0 (1) 0,03	0,7	–	–	–
***Pseudorhabdosynochus* sp. (M)**	–	–	–	3,3	1,0 (1) 0,03	0,1
***Callitetrarhynchus gracilis* (Ce)**	–	–	–	6,7	1,5 (1-2) 0,10	0,3
***Parotobothrium balli* (Ce)**	–	–	–	3,3	2,0 (2) 0,07	0,2
Cestoda indet. (Ce)	–	–	–	6,7	2,0 (2) 0,13	0,4
***Anisakis typica* (N)**	73,3	2,3 (1-12) 1,67	32,9	73,3	5,4 (1-28) 3,97	12,0
***Anisakis* sp. (HC-2005) (N)**	3,3	1,0 (1) 0,03	0,7	–	–	–
***Raphidascaris* sp. (N)**	–	–	–	36,7	2,9 (1-6) 1,07	3,2
***Philometra* sp. (N)**	–	–	–	10,0	1,0 (1) 0,10	0,3
Nematoda indet. I (N)	3,3	3,0 (3) 0,10	2,0	10,0	1,3 (1-2) 0,13	0,4
***Serrasentis sagittifer* (A)**	–	–	–	16,7	1,0 (1) 0,17	0,5
***Southwellina hispida* (A)**	3,3	1,0 (1) 0,03	0,7	–	–	–
Acanthocephala indet. (A)	3,3	1,0 (1) 0,03	0,7	–	–	–
***Alcirona* sp. (Cr)**	–	–	–	3,3	1,0 (1) 0,03	0,1
Gnathiidae gen. et sp. indet. (Cr)	50,0	2,5 (1-7) 1,23	24,3	63,3	4,7 (1-39) 3,00	9,1
Isopoda indet. (Cr)	3,3	1,0 (1) 0,03	0,7	–	–	–
***Caligus* cf. *epinepheli* (Cr)**	–	–	–	3,3	1,0 (1) 0,03	0,1
Caligidae gen. et sp. (Cr)	–	–	–	3,3	1,0 (1) 0,03	0,1
***Hatschekia* sp. (Cr)**	63,3	2,4 (1-6) 1,50	29,6	76,7	5,3 (1-19) 4,07	12,3
Pennelidae gen. et sp. indet. II (Cr)	–	–	–	33,3	6,7 (1-22) 2,23	6,8
Copepoda indet. (Cr)	6,7	2,5 (1-4) 0,17	3,3	–	–	–
Ektoparasiten		**2**			**6**	
Endoparasiten		**5**			**10**	
Verhältnis		**0,40**			**0,60**	

***Epinephelus fuscoguttatus*:** *Epinephelus fuscoguttatus* wurde aus einer Marikulturanlage in den Tausend Inseln (Pulau Seribu) in 2008 und 2009 untersucht. Insgesamt konnten 13 Parasitenarten/-gattungen aus den untersuchten *E. fuscoguttatus* isoliert werden zugehörig zu den Großgruppen Ciliata (1), Digenea (5), Monogenea (2), Cestoda (1), Nematoda (2), Hirudinea (1) und Crustacea (1). Hierbei handelt es sich um eine protozoische und 12 metazoische Parasiten. Die Untersuchung von *E. fuscoguttatus* erbrachte einen neuen Wirtsnachweis (Tab. 32, Abb. 43).

Mit Ausnahme von *Benedenia epinepheli, Pseudorhabdosynochus lantauensis* und *Raphidascaris* sp. traten sämtliche Parasitenarten/-taxa mit geringen Prävalenzen unter 20,0 % auf. Die höchste Prävalenz trat hier bei *Pseudorhabdosynochus lantauensis* mit 82,9 bis 100,0 % auf. Das Ekto- zu Endoparasiten Verhältnis lag bei 0,57 bis 1,00 (Tab. 15).

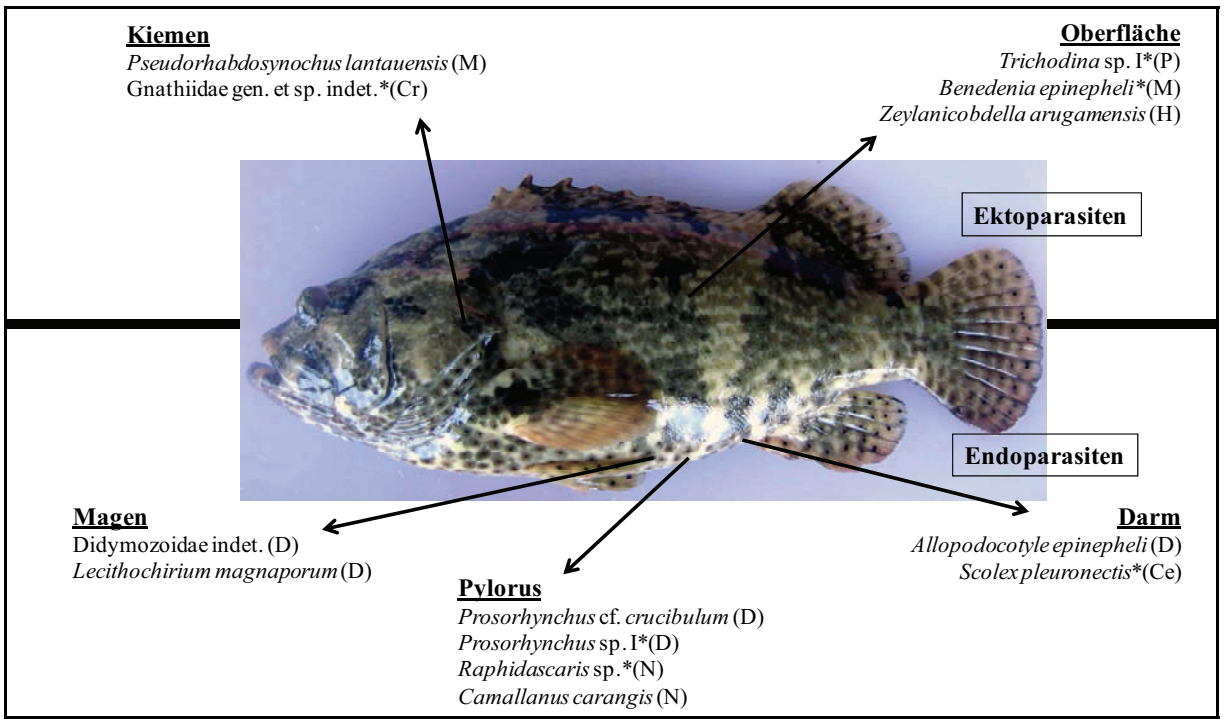


Abbildung 43: Isolierte Parasitenarten von *Epinephelus fuscoguttatus.* In der oberen Hälfte sind die Ektoparasiten, in der unteren die Endoparasiten dargestellt. Ce: Cestoda, Cr: Crustacea, D: Digenea, H: Hirudinea, M: Monogenea, N: Nematoda, n: Anzahl der untersuchten Fische pro Probennahme, P: Ciliata. * Parasiten kommen in mehreren Organen vor.

Tabelle 15: Prävalenzen (P in %), mittlere Intensitäten (mI), Intensitäten (I, als Bereich), mittlere Abundanzen (mA) und relative Häufigkeiten (p_i in %) der nachgewiesenen Parasitenarten/-taxa von *Epinephelus fuscoguttatus* von den Tausend Inseln (PS) der verschiedenen Jahre. Am Ende der Tabelle ist das Ekto-/Endoparasiten Verhältnis angegeben. Ce: Cestoda, Cr: Crustacea, D: Digenea, H: Hirudinea, M: Monogenea, N: Nematoda, n: Anzahl der untersuchten Fische pro Probennahme, P: Ciliata.

	Epinephelus fuscoguttatus					
Probennahme	**PS**	**2007/08**	**(n=35)**	**PS**	**2008/09**	**(n=35)**
Parasitenart	P [%]	mI (I) mA	p_i [%]	P [%]	mI (I) mA	p_i [%]
***Trichodina* sp. I (P)**	2,9	2,0 (2) 0,06	0,2	2,9	1,0 (1) 0,03	0,1
Didymozoidae gen. et sp. indet. (D)	14,3	1,2 (1-2) 0,17	0,6	–	–	–
***Allopodocotyle epinepheli* (D)**	2,9	1,0 (1) 0,03	0,1	–	–	–
***Prosorhynchus* cf. *crucibulum* (D)**	5,7	1,5 (1-2) 0,09	0,3	–	–	–
***Prosorhynchus* sp. I (D)**	–	–	–	2,9	1,0 (1) 0,03	0,1
***Lecithochirium magnaporum* (D)**	11,4	1,5 (1-3) 0,17	0,6	5,7	1,0 (1) 0,06	0,2
***Benedenia epinepheli* (M)**	40,0	4,5 (1-24) 1,80	6,5	20,0	2,4 (1-6) 0,50	1,5
***Pseudorhabdosynochus lantauensis* (M)**	82,9	29,2 (1-205) 24,20	87,6	100,0	30,5 (1-186) 30,50	95,4
***Scolex pleuronectis* (Ce)**	11,4	4,3 (1-9) 0,48	1,8	2,9	6,0 (6) 0,20	0,5
***Raphidascaris* sp. (N)**	31,4	1,7 (1-4) 0,54	2,0	28,6	1,5 (1-3) 0,43	1,3
***Camallanus carangis* (N)**	2,9	1,0 (1) 0,03	0,1	–	–	–
Nematoda indet. I (N)	8,6	1,0 (1) 0,03	0,3	5,7	1,0 (1) 0,06	0,2
***Zeylanicobdella arugamensis* (H)**	–	–	–	17,2	1,5 (1-2) 0,26	0,8
Gnathiidae gen. et sp. indet. (Cr)	2,9	1,0 (1) 0,03	0,1	–	–	–
Ektoparasiten		**4**			**4**	
Endoparasiten		**7**			**4**	
Verhältnis		**0,57**			**1,00**	

Scatophagus argus: Um zusätzliche regionale Vergleiche anhand einer weiteren Fischart innerhalb und im Küstenbereich der Segara Anakan Lagune ziehen zu können, wurden insgesamt 58 Fische der Art *Scatophagus argus* aus der Segara Anakan untersucht (siehe auch Yuniar et al. 2007). Bei *S. argus* konnten aus beiden Untersuchungsgebieten 13 verschiedene Parasitenarten/-gattungen dokumentiert werden, zugehörig zu den Großgruppen Ciliata (1), Microsporea (1), Digenea (2), Monogenea (1), Cestoda (1), Nematoda (1), Acanthocephala (1) und Crustacea (5). Dabei wurden zwei neue Wirtsnachweise erbracht (Tab. 32, Abb. 44).

Betrachtet man alle drei Probennahmen im Vergleich, so sind mit Ausnahme von *Ergasilus* sp., Gnathiidae gen. et sp. indet. und Pennelidae gen. et sp. indet., welche nur mit Prävalenzen bis 10,0 % auftraten, alle anderen Parasitenarten/-taxa aus der Segara Anakan mit relativ hohen Prävalenzen, bis zu 80,0 % bei *Metahaliotrema scatophagi,* vertreten. Das Ekto- zu Endoparasiten Verhältnis lag bei 0,67 bis 2,33 (Tab. 16). Im Vergleich der Regionalität der Parasitierung kam der Digenea *Prosorhynchus* sp. II und der Cestoda *Bothriocephalus* sp. nur in der Segara Anakan Area 4 mit einer Prävalenz jeweils von 5,6 % vor. Die Crustacea *Ergasilus* sp. und Pennelidae gen. et sp. indet. hingegen waren nur innerhalb der Segara Anakan Lagune vertreten (5,0-10,0 % und 10,0 % Prävalenz).

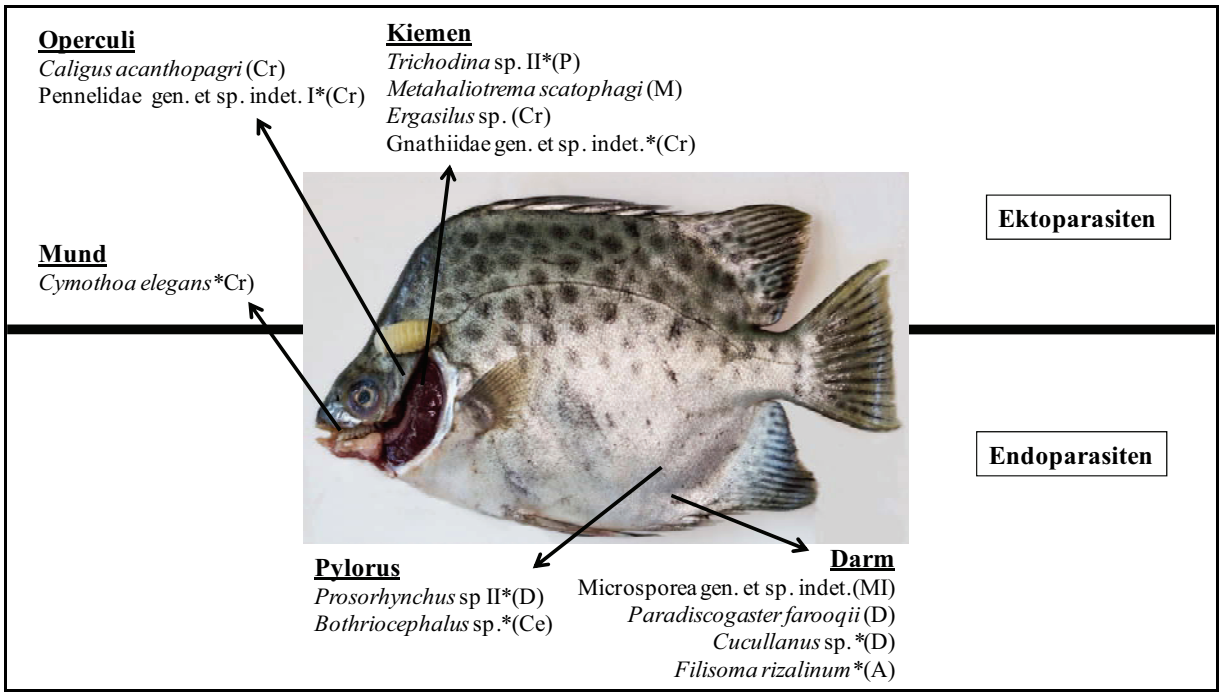


Abbildung 44: Isolierte Parasitenarten von *Scatophagus argus.* In der oberen Hälfte sind die Ektoparasiten, in der unteren die Endoparasiten dargestellt. A: Acanthocephala, Ce: Cestoda, Cr: Crustacea, D: Digenea, M: Monogenea, MI: Microsporea, N: Nematoda, P: Ciliata. * Parasiten kommen in mehreren Organen vor.

Tabelle 16: Prävalenzen (P in %), mittlere Intensitäten (mI), Intensitäten (I, als Bereich), mittlere Abundanzen (mA) und relative Häufigkeiten (p_i in %) der nachgewiesenen Parasitenarten/-taxa von *Scatophagus argus* der Segara Anakan (Area 3, 4) der verschiedenen Jahre. Am Ende der Tabelle ist das Ekto-/Endoparasiten Verhältnis angegeben. A: Acanthocephala, Ce: Cestoda, Cr: Crustacea, D: Digenea, M: Monogenea, MI: Microsporea, N: Nematoda, n: Anzahl der untersuchten Fische pro Probennahme, n.u.: nicht untersucht, P: Ciliata.

	Scatophagus argus								
Probennahme	**SA 3**	**2007/08**	**(n=20)**	**SA 3**	**2008/09**	**(n=20)**	**SA 4**	**2008**	**(n=18)**
Parasitenart	P [%]	mI (I) mA	p_i [%]	P [%]	mI (I) mA	p_i [%]	P [%]	mI (I) mA	p_i [%]
***Trichodina* sp. II (P)**	60,0	7,8 (1-28) 2,69	16,2	50,0	3,2 (1-5) 1,60	9,4	n.u.		
Microsporea gen. et sp. indet. (MI)	25,0	2,2 (1-4) 0,55	4,5	–	–	–	16,6	1,0 (1) 0,17	0,6
***Paradiscogaster farooqii* (D)**	5,0	26,0 (26) 1,30	27,5	30,0	9,3 (1-29) 2,80	16,5	5,6	390,0 (390) 21,60	73,6
***Prosorhynchus* sp. II (D)**	–	–	–	–	–	–	5,6	1,0 (1) 0,06	0,2
Digenea indet. (D)	–	–	–	45,0	14,9 (1-40) 6,70	39,5	–	–	–
***Metahaliotrema scatophagi* (M)**	80,0	10,0 (1-72) 8,00	0,5	75,0	5,0 (1-10) 3,75	22,1	50,0	4,2 (1-10) 2,10	7,2
***Bothriocephalus* sp. (Ce)**	–	–	–	–	–	–	5,6	1,0 (2) 0,10	0,4
***Cucullanus* sp. (N)**	5,0	3,0 (1-2) 0,15	0,2	30,0	1,3 (1-2) 0,40	2,4	11,1	4,0 (1-7) 0,40	1,5
Nematoda indet. I (N)	5,0	1,0 (1) 0,05	15,8	5,0	6,0 (6) 0,30	1,8	–	–	–
***Filisoma rizalinum* (A)**	25,0	18,4 (2-51) 4,60	5,3	35,0	1,7 (1-6) 0,60	3,5	11,1	1,0 (1) 0,10	0,4
***Ergasilus* sp. (Cr)**	5,0	31,0 (31) 1,55	16,0	10,0	1,5 (1-2) 0,15	0,9	–	–	–
***Cymothoa elegans* (Cr)**	45,0	1,6 (1-24) 0,70	9,3	55,0	1,3 (1-2) 0,70	4,1	22,2	1,0 (1) 0,20	0,8
Gnathiidae gen. et sp. indet. (Cr)	10,0	1,5 (1-2) 0,15	1,9	5,0	1,0 (1) 0,05	0,3	6,6	2,0 (1) 0,06	0,2
***Caligus acanthopagri* (Cr)**	80,0	5,8 (1-24) 4,65	2,4	25,0	4,2 (1-11) 1,05	6,2	77,8	3,8 (1-20) 2,90	10,0
Caligidae gen. et sp. indet. (Cr)	45,0	6,0 (1-13) 2,70	0,5	20,0	1,8 (1-3) 0,35	2,1	38,9	4,0 (1-12) 1,60	5,3
Pennelidae gen. et sp. indet. I (Cr)	–	–	–	10,0	1,0 (1) 0,10	0,6	–	–	–
Ektoparasiten		**6**			**7**			**4**	
Endoparasiten		**4**			**3**			**6**	
Verhältnis		**1,50**			**2,33**			**0,67**	

4.5 Vergleich der Untersuchungsstandorte anhand ökologischer Parameter

Die Berechnung der verschiedenen ökologischen Parameter ermöglicht es ein breites Spektrum verschiedener Aspekte der gesamten Parasitengemeinschaften abzudecken.

Epinephelus coioides: Die Werte des Hepatosomatischen Index waren im Vergleich der Standorte bei den untersuchten *E. coioides* innerhalb der Segara Anakan Lagune (Area 3) 2008/09 mit 1,37 am höchsten, wohin gegen sie in der Küstenzone der Segara Anakan (Area 4) 2008 mit 0,77 am niedrigsten waren ($F = 3,74/p<0,001$). Der Konditionsfaktor zeigt den signifikant höchsten Wert in den untersuchten *E. coioides* der Küstenzone (Area 4) der Segara Anakan mit 1,57 in 2008/09 und den niedrigsten Wert in denen von Bali 2008 mit 1,34 ($F = 1,50/p<0,001$) (Tab. 17, Abb. 8-9).

Die Werte des Diversitätsindex (Shannon-Wiener Index) zeigen in den untersuchten *E. coioides* sowohl bezüglich der Endoparasiten (2,04) als auch der totalen Diversität (1,67) (siehe Kapitel 3.6.1) die höchsten Werte und somit die höchste Diversität im Untersuchungsgebiet Bali im Jahr 2009. Am wenigsten divers waren hingegen sowohl die Endoparasiten aus den beprobten *E. coioides* in der Segara Anakan Area 3 in beiden Untersuchungsjahren (0,19-0,33) als auch die totale Diversität dieser Fische aus dem Gebiet mit Werten von 0,51-0,65 in beiden Jahren (Tab. 17).

Der Simpson Index (D), welcher ebenfalls Aufschluss über die Biodiversität einer Probennahme gibt, ist in den untersuchten *E. coioides* aus Bali in 2009 mit einem Wert von 3,73 am höchsten gefolgt von denen aus der Segara Anakan Area 4 in 2008/09 mit 2,51. Am niedrigsten sind

die Werte aus *E. coioides* der Segara Anakan Area 3 (1,31-1,39). Dies spiegelt die bereits angegebenen Werte des Diversitätsindex nach Shannon-Wiener wider (Tab. 17).

Der Dominanzindex (Evenness) weist eine ähnliche Verteilung wie der Diversitätsindex auf. Hier sind die Werte ebenfalls sowohl nur für die Endoparasiten (1,00) als auch der totale Dominanzindex für *E. coioides* (0,70) aus Bali 2009 am höchsten. Dort ähneln sich die Individuenanzahlen der einzelnen Parasitenarten. In den untersuchten *E. coioides* der Segara Anakan Area 3 zeigen die Werte für die Endoparasiten des Dominanzindex (0,09-0,21) und auch für den totalen Dominanzindex (0,25 in beiden Jahren) die niedrigsten Werte, was auf eine dominierende Art innerhalb der jeweiligen Probennahme schließen lässt (Tab. 17).

Die Werte des Berger-Parker Index zeigen den höchsten Dominanzgrad in den untersuchten *E. coioides* der Segara Anakan Area 3 mit Werten von 0,85-0,87 für die angegebene Parasitenart *Pseudorhabdosynochus lantauensis*. Am niedrigsten ist der Dominanzgrad bei Fischen aus den Gewässern von Bali mit einem Wert von 0,45 ebenfalls für *P. lantauensis.* Dies spiegelt die bereits angegebenen Werte des Dominanzindex (Evenness) wider (Tab. 17).

Die Werte des Ekto-/Endoparasiten Verhältnisses sind in den untersuchten *E. coioides* der Segara Anakan Area 4 in 2008 am höchsten mit einem Wert von 1,00 und in denen von Bali 2009 mit 0,57 am niedrigsten (Tab. 17).

Tabelle 17: Vergleich der Ergebnisse verschiedener Berechnungen/Parameter von *Epinephelus coioides* sämtlicher Untersuchungsgebiete und Jahre. Dargestellt sind der Hepatosomatische Index (HSI) und Konditionsfaktor (K) angegeben als Mittelwert mit Standardfehler (Stderr), Diversitätsindex (H´) für die Endoparasiten und für alle Parasiten, Dominanzindex (E) für die Endoparasiten und für alle Parasiten, Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Trichodinenbefall (in P %), Simpson Index (D), und der Berger-Parker Index (BP) mit Angabe der dominanten Art. SA: Segara Anakan, B: Bali, n.u.: nicht untersucht.

Fischart	***Epinephelus coioides***											
Probennahme	**SA 3**	**2007/08**	**SA 3**	**2008/09**	**SA 4**	**2008**	**SA 4**	**2008/09**	**B**	**2008**	**B**	**2009**
Berechnung	x	± Stderr	x	± Stderr	x	± Stderr	x	± Stderr	x	± Stderr	x	± Stderr
HSI	1,03	0,04	1,37	0,07	0,77	0,05	0,96	0,07	1,11	0,07	1,02	0,06
K	1,38	0,03	1,47	0,03	1,38	0,02	1,57	0,04	1,34	0,03	1,41	0,04
H´ Endo	0,19		0,33		0,43		1,71		1,67		2,04	
H´ Total	0,65		0,51		0,81		1,19		0,79		1,67	
E Endo	0,09		0,21		0,27		0,88		0,80		1,00	
E Total	0,25		0,25		0,37		0,48		0,30		0,70	
E/E Ratio (R)	0,88		0,67		1,00		0,71		0,88		0,57	
Trichodinenbefall (P %)	51,40		40,00		n.u.		n.u.		17,14		n.u.	
D	1,39		1,31		1,50		2,51		2,26		3,73	
BP	0,85		0,87		0,81		0,48		0,60		0,45	
Dominante Art	*P. lantauensis*		*P. lantauensis*		*P. lantauensis*		*P. lantauensis*		*P. lantauensis*		*P. lantauensis*	

Der Trichodinenbefall, dessen Untersuchungen in der Segara Anakan der Küstenzone (Area 4) beider Untersuchungsjahre und aus Gewässern vor Bali 2009 nicht durchgeführt werden konnten, zeigt seinen höchsten Wert bei den beprobten *E. coioides* der Segara Anakan Area 3 in 2007/08 mit einem Wert von 51,40 % Prävalenz und damit einen signifikanten Unterschied zum Trichodinenbefall der untersuchten *E. coioides* aus Bali 2008 mit 17,14 % (Kontingenztafel: $\chi 2_{empirisch} = 9,13/p<0,01$). Auch

der Trichodinenbefall der zweiten Probennahme in der Segara Anakan Area 3 im Folgejahr 2008/09 (40,00 % Prävalenz) unterscheidet sich signifikant vom Trichodinenbefall der untersuchten *E. coioides* aus Bali 2008 (Kontingenztafel: $\chi 2_{empirisch} = 4{,}48/p<0{,}05$) (Tab. 17).

Die Ähnlichkeit der Parasitenfauna von *E. coioides* in sämtlichen Untersuchungsgebieten und Jahren ist in Tabelle 18 angegeben. Man kann erkennen, dass die Ähnlichkeiten in der Artenzusammensetzung im Vergleich der weiter entfernten Gebiets- und Jahrespaare abnehmen. Dies zeigt sich besonders deutlich beim Jaccard Index. Während die Ähnlichkeit des Jaccard Index bei allen Gebiets- und Jahrespaaren der Segara Anakan immer über 40 % (max. 62 %) liegt, fällt diese aus den Fischen von Bali bis auf 18 % ab. Der Sörensen Index spiegelt diese Aussage wider, allerdings mit etwas höheren Werten, da dieser die Gemeinsamkeiten stärker berücksichtigt. Im Vergleich der Segara Anakan Artenzusammensetzung liegt die Ähnlichkeit bei 60-76 % und beim Vergleich der Segara Anakan Daten mit denen von Bali bei 30-67 %. Die Ähnlichkeit der Parasitenfauna von Bali im Jahresvergleich liegt beim Jaccard Index bei 48 % und beim Sörensen Index bei 65 % Ähnlichkeit (Tab. 18).

Tabelle 18: Vergleich der Ähnlichkeitsindizes: Jaccard Index (IS_j) und Sörensen Index (IS_s) von *Epinephelus coioides* sämtlicher Untersuchungsgebiete und Jahre. SA: Segara Anakan, B: Bali.

		Epinephelus coioides					
Probennahme		**SA 3 2007/08**	**SA 3 2008/09**	**SA 4 2008**	**SA 4 2008/09**	**B 2008**	**B 2009**
SA 3 2007/08	ISj	1	0,47	0,47	0,61	0,29	0,41
	ISs	1	0,64	0,64	0,76	0,45	0,58
SA 3 2008/09	ISj		1	0,43	0,62	0,25	0,41
	ISs		1	0,60	0,76	0,40	0,58
SA 4 2008	ISj			1	0,53	0,18	0,30
	ISs			1	0,70	0,30	0,46
SA 4 2008/09	ISj				1	0,33	0,50
	ISs				1	0,50	0,67
B 2008	ISj					1	0,48
	ISs					1	0,65
B 2009	ISj						1
	ISs						1

In wie weit die jeweiligen Parasiten aggregiert innerhalb der untersuchten Fische der jeweiligen Wirtspopulation (Probennahmestandorte) von *E. coioides* vorkommen, ist in Tabelle 19 dargestellt. Auffällig sind die Werte für *Prosorhynchus luzonicus* (206,45) in der Segara Anakan Area 4 in 2008, *Pseudorhabdosynochus lantauensis* (173,45) und *Alcirona* sp. (175,47) aus Fischen der Segara Anakan Area 3 2007/08 und Pennelidae gen. et sp. indet. II (608,75) aus Fischen der Segara Anakan Area 4 2008/09, welche auf einen erhöhten Aggregationsgrad hindeuten. Abgesehen von *P. lantauensis* mit weiteren Werten von 15,26-94,21 und Caligidae gen. et sp. indet. von Bali 2008 (40,95) weisen die übrigen Werte niedrige Zahlen unter 25,00 auf. Dies weist auf eine verhältnismäßig gleichmäßige Parasitenverteilung innerhalb der untersuchten Fische der jeweiligen Probennahmen hin, obwohl auch hier die Werte über 1 für aggregiertes Vorkommen der Parasitenarten stehen. Unter 1

liegen hier insgesamt nur *Camallanus carangis*, *Philometra* sp., *Raphidascaris* sp., *Southwellina hispida*, *Alcirona* sp., *Caligus* cf. *epinepheli*, *Sagum epinepheli* und Pennelidae gen. et sp. indet. II, allerdings verschiedener Gebiete, vor.

Tabelle 19: Vergleich der Ergebnisse des Aggregations Index (AI) von *Epinephelus coioides* sämtlicher Untersuchungsgebiete und Jahre. SA: Segara Anakan, B: Bali, n.u.: nicht untersucht.

	Epinephelus coioides					
Probennahme	**SA 3 07/08**	**SA 3 08/09**	**SA 4 08**	**SA 4 08/09**	**B 08**	**B 09**
Parasitenart	AI	AI	AI	AI	AI	AI
***Trichodina* sp. I (P)**	3,94	4,48	3,58	n.u.	22,41	n.u.
Microsporea gen. et sp. indet. (MI)	–	9,59	–	–	–	–
***Didymodiclinus* sp. (D)**	5,12	20,70	–	3,00	5,10	2,70
***Cainocraedium epinepheli* (D)**	–	–	–	–	5,23	2,51
***Prosorhynchus luzonicus* (D)**	–	–	206,54	–	–	–
***Prosorhynchus* sp. I (D)**	–	–	–	20,35	18,39	3,76
***Prosorhynchus* sp. II (D)**	10,50	–	–	–	–	–
Bucephalidae indet. (D)	–	–	–	–	–	1,90
Digenea indet. (D)	–	–	–	–	–	1,11
***Pseudorhabdosynochus lantauensis* (M)**	173,45	57,24	76,99	94,41	92,60	15,26
***Bothriocephalus* sp. (Ce)**	2,24	–	1,26	3,02	–	–
***Scolex pleuronectis* (Ce)**	2,01	–	–	–	15,40	–
***Callitetrarhynchus gracilis* (Ce)**	–	–	–	–	–	1,11
***Parotobothrium balli* (Ce)**	–	–	–	–	2,16	–
***Raphidascaris* sp. (N)**	0,95	2,29	–	1,11	7,19	1,26
***Camallanus carangis* (N)**	–	–	–	–	0,95	–
***Philometra* sp. (N)**	2,14	3,01	–	0,80	4,54	1,07
***Spirophilometra* sp. (N)**	5,13	8,85	2,75	5,48	–	4,36
Nematoda indet. I (N)	4,14	–	1,11	–	1,90	1,11
Nematoda indet. II (N)	8,90	–	–	–	–	–
***Southwellina hispida* (A)**	1,01	0,95	4,90	8,19	–	–
***Zeylanicobdella arugamensis* (H)**	1,90	–	1,17	4,89	–	–
***Alcirona* sp. (Cr)**	175,47	–	27,08	1,25	0,90	3,28
Gnathiidae gen. et sp. indet. (Cr)	1,01	1,52	20,93	2,60	1,55	4,58
***Caligus* cf. *epinepheli* (Cr)**	–	–	–	–	0,09	–
Caligidae gen. et sp. indet. (Cr)	–	–	–	–	40,95	0,92
***Hatschekia* sp. (Cr)**	–	–	–	–	10,22	–
***Sagum epinepheli* (Cr)**	–	–	–	–	0,95	–
Pennelidae gen. et sp. indet. I (Cr)	16,95	–	–	–	–	–
Pennelidae gen. et sp. indet. II (Cr)	6,85	0,95	2,44	608,75	–	12,83

Epinephelus areolatus: Die Werte des Hepatosomatischen Index waren im Vergleich der beiden Standorte der untersuchten *E. areolatus* innerhalb der Segara Anakan Lagune (Area 4) 2009 mit 0,71 am höchsten und signifikant unterschiedlich gegenüber dem Wert der untersuchten Fische von Bali 2009 mit 0,50 ($F = 5,92/p<0,05$). Der Konditionsfaktor weist ebenfalls einen höheren Wert in der Küstenzone der Segara Anakan mit einem Wert von 1,33 gegenüber dem Wert aus den Fischen von Bali mit 1,20 auf (Tab. 20, Abb. 8-9).

Die Werte des Diversitätsindex (Shannon-Wiener Index) zeigen in den untersuchten *E. areolatus* sowohl bezüglich der Endoparasiten (0,96) als auch der totalen Diversität (1,61) die

höchsten Werte und somit eine höhere Diversität im regionalen Vergleich der Gewässer aus Bali gegenüber den Diversitätswerten der beprobten Fische aus der Segara Anakan in Area 4 mit Werten von 0,68 für die Endoparasiten und einer totalen Diversität von 1,50 (Tab. 20).

Der Simpson Index (D) ist in den untersuchten *E. areolatus* der Segara Anakan Area 4 mit einem Wert von 3,86 höher als der der Fische von Bali, wo er bei 2,83 liegt (Tab. 20). Dies steht im Gegensatz zu den Werten des Shannon-Wiener Diversitätsindex (siehe oben).

Der Dominanzindex (Evenness) für die Endoparasiten zeigt regional einen, wenn auch nur geringfügig höheren Wert in den *E. areolatus* der balinesischen Gewässer mit 0,44, gegenüber dem Wert aus den Fischen der Segara Anakan in Area 4 mit 0,38. Generell sind die Zahlen aber eher niedrig, was auf jeweils eine dominierende Art bezüglich der Individuenanzahl schließen lässt. Die Werte des totalen Dominanzindex von 0,65 der *E. areolatus* der Segara Anakan Area 4 stehen den Werten dieser Fischart aus Bali mit 0,60 gegenüber (Tab. 20).

Tabelle 20: Vergleich der Ergebnisse verschiedener Berechnungen/Parameter von *Epinephelus areolatus* und *E. fuscoguttatus* sämtlicher Untersuchungsgebiete und Jahre. Dargestellt sind der Hepatosomatische Index (HSI) und Konditionsfaktor (K) angegeben als Mittelwert und Standardfehler (Stderr), Diversitätsindex (H´) für die Endoparasiten und für alle Parasiten, Dominanzindex (E) für die Endoparasiten und für alle Parasiten, Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Trichodinenbefall (in P %), Simpson Index (D) und der Berger-Parker Index (BP) mit Angabe der dominanten Art. SA: Segara Anakan, B: Bali, PS: Pulau Seribu (Tausend Inseln), n.u.: nicht untersucht.

Fischart	***Epinephelus areolatus***				***Epinephelus fuscoguttatus***			
Probennahme	**SA 4**	**2009**	**B**	**2009**	**PS**	**2007/08**	**PS**	**2008/09**
Berechnung	x	± Stderr	x	± Stderr	x	± Stderr	x	± Stderr
HSI	0,71	0,09	0,50	0,04	1,67	0,11	1,96	0,08
K	1,33	0,03	1,20	0,03	1,80	3,00	1,95	0,02
H´ Endo	0,68		0,96		0,24		0,10	
H´ Total	1,50		1,61		0,56		0,26	
E Endo	0,38		0,44		0,13		0,07	
E Total	0,65		0,60		0,23		0,12	
E/E Ratio (R)	0,40		0,60		0,57		1,00	
Trichodinenbefall (P %)	n.u.		n.u.		2,90		2,90	
D	3,86		2,83		1,29		1,10	
BP	0,33		0,50		0,88		0,95	
Dominante Art	*A. typica*		*Didymodiclinus* sp.		*P. lantauensis*		*P. lantauensis*	

Die Werte des Berger-Parker Index zeigen einen höheren Dominanzgrad von 0,50 in den untersuchten *E. areolatus* von Bali für den dominierenden Digenea *Didymodiclinus* sp. gegenüber dem Wert der Segara Anakan Area 4 von 0,33 für die angegebene Parasitenart *Anisakis typica* (Tab. 20).

Die Werte des Ekto-/Endoparasiten Verhältnisses sind in den untersuchten *E. areolatus* von Bali mit 0,60 am höchsten. Der niedrigste Wert von 0,40 wurde bei den untersuchten Fischen der Segara Anakan Area 4 erhoben (Tab. 20).

Tabelle 21: Vergleich der Ähnlichkeitsindizes: Jaccard Index (IS_j) und Sörensen Index (IS_s) von *Epinephelus areolatus* sämtlicher Untersuchungsgebiete. SA: Segara Anakan, B: Bali.

		Epinephelus areolatus	
Probennahme		**SA 4 2009**	**B 2009**
SA 4 2009	ISj	1	0,12
	ISs	1	0,21
B 2009	ISj		1
	ISs		1

Tabelle 22: Vergleich der Ergebnisse des Aggregations Index (AI) von *Epinephelus areolatus* beider Untersuchungsgebiete. SA: Segara Anakan, B: Bali.

	Epinephelus areolatus	
Probennahme	**SA 4 09**	**B 09**
Parasitenart	AI	AI
Microsporea gen. et sp. indet. (MI)	–	1,98
***Didymodiclinus* sp. (D)**	–	14,34
***Allopodocotyle* sp. (D)**	–	1,11
***Prosorhynchus* sp. I (D)**	5,30	–
***Prosorhynchus* sp. II (D)**	–	12,66
***Lecithochirium magnaporum* (D)**	1,11	–
***Pseudorhabdosynochus* sp. (M)**	–	1,11
***Callitetrarhynchus gracilis* (Ce)**	–	1,62
***Parotobothrium balli* (Ce)**	–	1,90
Cestoda indet. (Ce)	–	2,51
***Anisakis typica* (N)**	4,10	7,70
***Anisakis* sp. (HC-2005) (N)**	1,11	–
***Raphidascaris* sp. (N)**	–	2,83
***Philometra* sp. (N)**	–	0,93
Nematoda indet. I (N)	3,00	1,45
***Serrasentis sagittifer* (A)**	–	0,85
***Southwellina hispida* (A)**	1,11	–
Acanthocephala indet. (A)	1,11	–
***Alcirona* sp. (Cr)**	–	1,11
Gnathiidae gen. et sp. indet. (Cr)	2,79	18,16
Isopoda indet. (Cr)	1,11	–
***Caligus* cf. *epinepheli* (Cr)**	–	1,11
Caligidae gen. et sp. (Cr)	–	1,11
***Hatschekia* sp. (Cr)**	1,87	6,49
Pennelidae gen. et sp. indet. II (Cr)	–	10,57
Copepoda indet. (Cr)	3,28	–

Die Ähnlichkeit der Parasitenfauna von *E. areolatus* beider Untersuchungsgebiete ist in Tabelle 21 angegeben. Dort zeigt sich, dass die Ähnlichkeit in der Artenzusammensetzung der Parasiten im Vergleich der beiden Untersuchungsgebiete mit Werten von 12 % für den Jaccard Index und 21 % für den Sörensen Index gering sind.

Der Aggregationsgrad innerhalb der untersuchten Fische der beiden Wirtspopulation (Probennahmestandorte) von *E. areolatus* ist in Tabelle 22 dargestellt. Sämtliche Werte des Aggregations Index sind sehr niedrig. Hier liegt der Höchstwert bei 18,16 für Gnathiidae gen. et sp. indet. balinesischer Fische. Dies weist auf eine relativ gleichmäßige Parasitenverteilung innerhalb der

untersuchten Fische der jeweiligen Probennahmen hin. Unter 1 und demnach nicht gehäuft kommt hier nur *Serrasentis sagittifer* vor. Insgesamt sieben weitere Arten liegen mit 1,11 nur knapp über der Grenze.

Epinephelus fuscoguttatus: Die Werte des Hepatosomatischen Index waren im annuellen Vergleich der beiden Jahre der untersuchten *E. fuscoguttatus* von den Tausend Inseln mit 1,96 (2008/09) am höchsten und signifikant unterschiedlich gegenüber dem Wert der untersuchten Fische des Vorjahres (2007/08) mit 1,67 ($F = 2,09/p<0,05$). Der Konditionsfaktor ist im Jahresvergleich signifikant unterschiedlich und zeigt ebenfalls seinen Höchstwert in den untersuchten Fischen von 2008/09 in den Tausend Inseln mit 1,95 gegenüber dem Wert aus den Fischen im Untersuchungsjahr 2007/08 von 1,80 ($F = 2,28/p<0,001$) (Tab. 20, Abb. 8-9).

Die Werte des Diversitätsindex (Shannon-Wiener Index) von *E. fuscoguttatus* zeigen in den Untersuchungsjahren sowohl bezüglich der Endoparasiten als auch der totalen Diversität einen abnehmenden Trend von 0,24 nach 0,10 der Endoparasitendiversität und von 0,56 nach 0,26 der totalen Diversität nach Shannon-Wiener (Tab. 20).

Der Dominanzindex (Evenness) zeigt im annuellen Vergleich denselben abnehmenden Trend wie der bereits angegebene Diversitätsindex. Der Dominanzindex der Endoparasiten geht von 0,13 in 2007/08 auf 0,07 in 2008/09 zurück, genau wie der totale Dominanzindex (0,23 auf 0,12) (Tab. 20).

Die Werte des Ekto-/Endoparasiten Verhältnisses sind innerhalb der Untersuchungsjahre in Richtung der Ektoparasiten verschoben. Während in 2007/08 noch ein Wert von 0,57 verzeichnet werden konnte, tritt im Folgejahr ein Wert von 1,00 auf (Tab. 20).

Der Trichodinenbefall ist in den ersten beiden Untersuchungsjahren mit 2,9 % Prävalenz konstant (Tab. 20).

Der Simpson Index (D) der untersuchten *E. fuscoguttatus* von den Tausend Inseln zeigt genau wie der schon angegebene Diversitätsindex nach Shannon-Wiener einen Rückgang der Diversität in den Untersuchungsjahren von 1,29 in 2007/08 auf 1,10 in 2008/09 (Tab. 20).

Die Werte des Berger-Parker Index zeigen den höheren Dominanzgrad von 0,95 in den untersuchten *E. fuscoguttatus* in 2008/09 für den in der Tabelle 20 angegebenen dominierenden Monogenea *Pseudorhabdosynochus lantauensis* gegenüber dem Wert von 0,88 für dieselbe Parasitenart in 2007/08 (Tab. 20).

Die Ähnlichkeit der Parasitenfauna von *E. fuscoguttatus* der Jahrespaare von den Tausend Inseln ist in Tabelle 23 angegeben. Die Ähnlichkeit zwischen 2007/08 und 2008/09 liegt bei 63 % (Sörensen Index).

Tabelle 23: Vergleich der Ähnlichkeitsindizes: Jaccard Index (IS_j) und Sörensen Index (IS_s) von *Epinephelus fuscoguttatus* von den Tausend Inseln der beiden Untersuchungsjahre. PS: Pulau Seribu (Tausend Inseln).

		Epinephelus fuscoguttatus	
Probennahme		**PS 2007/08**	**PS 2008/09**
PS 2007/08	ISj	1	0,46
	ISs	1	0,63
PS 2008/09	ISj		1
	ISs		1

In wie weit die jeweiligen Parasiten aggregiert innerhalb der untersuchten *E. fuscoguttatus* des jeweiligen Untersuchungsjahres von den Tausend Inseln vorkommen, ist in Tabelle 24 dargestellt.

Tabelle 24: Vergleich der Ergebnisse des Aggregations Index (AI) von *Epinephelus fuscoguttatus* von den Tausend Inseln der beiden Untersuchungsjahre. PS: Pulau Seribu (Tausend Inseln).

	Epinephelus fuscoguttatus	
Probennahme	**PS 07/08**	**PS 08/09**
Parasitenart	AI	AI
***Trichodina* sp. I (P)**	2,01	3,81
Didymozoidae gen. et sp. indet. (D)	1,21	–
***Allopodocotyle epinepheli* (D)**	0,95	–
***Prosorhynchus* cf. *crucibulum* (D)**	1,55	–
***Prosorhynchus* sp. I (D)**	–	0,95
***Lecithochirium magnaporum* (D)**	1,90	0,92
***Benedenia epinepheli* (M)**	11,10	3,10
***Pseudorhabdosynochus lantauensis* (M)**	79,32	46,16
***Scolex pleuronectis* (Ce)**	6,30	5,14
***Raphidascaris* sp. I (N)**	1,78	1,41
***Camallanus carangis* (N)**	0,95	–
Nematoda indet. I (N)	2,69	0,92
***Zeylanicobdella arugamensis* (H)**	–	1,44
Gnathiidae gen. et sp. indet. (CR)	0,95	–

Die Werte des Aggregations Index sind alle relativ niedrig mit Höchstwerten von 79,32 für *Pseudorhabdosynochus lantauensis* in 2007/08 gefolgt vom selben Parasiten im Folgejahr mit 46,16. Die übrigen Werte liegen zwischen 0,95 und 11,10, was auf eine relativ gleichmäßige Parasitenverteilung innerhalb des Probennahmestandortes von *E. fuscoguttatus* hindeutet. Unter 1 liegen hier *Allopodocotyle epinepheli, Prosorhynchus* sp. I, *Lecithochirium magnaporum* und *Camallanus carangis* beider Jahre die somit unaggregiert vorkommen (Tab. 24).

Scatophagus argus: Die Werte des Hepatosomatischen Index waren beim Vergleich der Standorte der untersuchten *Scatophagus argus* innerhalb der Segara Anakan Lagune (Area 4) 2008 mit 1,59 am höchsten gegenüber dem Wert der untersuchten Fische aus der Segara Anakan Area 3 2008/09 mit 1,37. Der Konditionsfaktor zeigt seinen höchsten Wert und somit einen signifikanten Unterschied in der Segara Anakan Area 3 in 2008/09 mit einem Wert von 3,68 gegenüber dem niedrigsten Wert in der Küstenzone der Segara Anakan Area 4 in 2008 mit dem Wert 3,02 ($F = 6,51/p<0,05$) (Tab. 25, Abb. 8-9).

Die Werte des Diversitätsindex (Shannon-Wiener Index) zeigen in den untersuchten *S. argus* in der Segara Anakan Area 3 sowohl bezüglich der Endoparasiten (0,63-0,75) als auch der totalen Diversität (1,58-1,60) die höheren Werte und somit die höhere Diversität im Untersuchungsgebiet der Segara Anakan Area 3 gegenüber den Diversitätswerten der untersuchten Fische aus der Segara Anakan Area 4 mit geringen Werten (0,18 der Endoparasitendiversität und 0,80 der totalen Parasitendiversität) (Tab. 25).

Der Simpson Index (D) der untersuchten *S. argus* zeigt den höchsten Wert im Untersuchungsgebiet der Segara Anakan 2007/08 mit 4,17, dicht gefolgt von denen desselben Gebietes in 2008/09 mit 4,15. Am niedrigsten waren die Werte in den untersuchten Fischen der Segara Anakan Area 4 in 2008 mit 1,79, was sich auch im angegebenen Diversitätsindex nach Shannon-Wiener widerspiegelt (Tab. 25).

Der Dominanzindex (Evenness) zeigt ähnliche Resultate wie der Diversitätsindex. Für die Endoparasiten zeigt sich der höchste Wert in den *S. argus* der Segara Anakan Area 3 in 2008/09 mit 0,69 gegenüber dem niedrigsten Wert aus den Fischen der Segara Anakan Area 4 mit 0,11. Die Werte des totalen Dominanzindex liegen am höchsten in der Segara Anakan Area 3, hier allerdings in 2007/08 mit 0,76 und am niedrigsten ebenfalls in der Küstenregion der Segara Anakan (2008) mit 0,36 (Tab. 25).

Die Werte des Berger-Parker Index zeigen den höheren Dominanzgrad von 0,74 der untersuchten *S. argus* der Segara Anakan Area 4 in 2008 für den in der Tabelle 25 angegebenen dominierenden Digenea *Paradiscogaster farooqii* gegenüber 0,33 für die untersuchten Fische der Segara Anakan Area 3 in 2007/08 für die Parasitenart *Metahaliotrema scatophagi.*

Die Werte des Ekto-/Endoparasiten Verhältnisses sind in den untersuchten *S. argus* der Segara Anakan Area 3 in 2008/09 mit 2,33 deutlich erhöht gegenüber dem Wert aus den Fischen der Segara Anakan Area 4 mit 0,67 (Tab. 25).

Der Trichodinenbefall ist mit 60,0 % Prävalenz in den untersuchten *S. argus* der Segara Anakan Area 3 2007/08 am höchsten, gefolgt von der zweiten Untersuchungsperiode desselben

Gebietes in 2008/09 mit 50,0 % Prävalenz. Diese Daten konnten für die Fische der Segara Anakan Area 4 nicht erhoben werden (Tab. 25).

Tabelle 25: Vergleich der Ergebnisse verschiedener Berechnungen/Parameter von *Scatophagus argus* sämtlicher Untersuchungsgebiete und Jahre. Dargestellt sind der Hepatosomatische Index (HSI) und Konditionsfaktor (K) angegeben als Mittelwert mit Standardfehler (Stderr), Diversitätsindex (H´) für die Endoparasiten und für alle Parasiten, Dominanzindex (E) für die Endoparasiten und für alle Parasiten, Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Trichodinenbefall (in P %), Simpson Index (D) und der Berger-Parker Index (BP) mit Angabe der dominanten Art. SA: Segara Anakan, n.u.: nicht untersucht.

Fischart	***Scatophagus argus***					
Probennahme	**SA 3**	**2007/08**	**SA 3**	**2008/09**	**SA 4**	**2008**
Berechnung	x	± Stderr	x	± Stderr	x	± Stderr
HSI	1,39	0,21	1,37	0,06	1,59	0,13
K	3,60	0,16	3,68	0,26	3,02	0,11
H´ Endo	0,63		0,75		0,18	
H´ Total	1,58		1,60		0,80	
E Endo	0,57		0,69		0,11	
E Total	0,76		0,73		0,36	
E/E Ratio (R)	1,50		2,33		0,67	
Trichodinenbefall (P %)	60,00		50,00		n.u.	
D	4,17		4,15		1,79	
BP	0,33		0,40		0,74	
Dominante Art	*M. scatophagi*		Digenea indet.		*P. farooqii*	

Aufgrund dieser und in Tabelle 16 für *S. argus* angegebenen Werte des Parasitenbefalls innerhalb und außerhalb der Segara Anakan Lagune sind regionale Unterschiede der Parasitierung vorhanden.

Die Ähnlichkeit der Parasitenfauna von *S. argus* der Gebiets- und Jahrespaare ist in Tabelle 26 angegeben und zeigt relativ hohe Ähnlichkeit in der Artenzusammensetzung. Der Vergleich der beiden Untersuchungsjahre innerhalb der Segara Anakan Area 3 zeigt eine 77 %-ige Übereinstimmung der Artenzusammensetzung (Jaccard Index) bzw. eine 87 %-ige im Sörensen Index (Tab. 26). Der Vergleich desselben Jahres (allerdings Regenzeit und Trockenzeit), der unterschiedlichen Gebiete, zeigt eine Ähnlichkeit von 86 % (Sörensen Index) gegenüber dem Vergleich der Daten aus der Segara Anakan Area 3 des zweiten Untersuchungsjahres mit denen aus dem Küstengebiet der Segara Anakan von 2008 mit einer Ähnlichkeit von 70 % (Sörensen Index). Daraus lässt sich schließen, dass in diesem Fall die jährliche Schwankung des Parasitenbefalls einen größeren Einfluss auf die abnehmende Parasitengemeinschaft hat, als die regionale Abgrenzung.

Tabelle 26: Vergleich der Ähnlichkeitsindizes: Jaccard Index (IS_j) und Sörensen Index (IS_s) von *Scatophagus argus* sämtlicher Untersuchungsgebiete und Jahre. SA: Segara Anakan.

		Scatophagus argus		
Probennahme		**SA 3 2007/08**	**SA 3 2008/09**	**SA 4 2008**
SA 3 2007/08	ISj	1	0,77	0,69
	ISs	1	0,87	0,86
SA 3 2008/09	ISj		1	0,53
	ISs		1	0,70
SA 4 2008	ISj			1
	ISs			1

Der Aggregationsgrad innerhalb der untersuchten *S. argus* ist in Tabelle 27 dargestellt. Auffällig ist der Wert für *Paradiscogaster farooqii* aus Fischen des Küstenbereiches der Segara Anakan mit 391,20. Unter 1 lagen die Werte für Microsporea gen. et sp. indet., *Prosorhynchus* sp. II, *Cymothoa elegans*, Gnathiidae gen. et sp. indet. und Pennelidae gen. et sp. indet verschiedener Gebiete. Mit Ausnahme des Wertes für den Digenea *Paradiscogaster farooqii* der Segara Anakan Area 4 in 2008 mit 391,20 sind sämtliche anderen Werte des Aggregations Index niedrig (0,77 für *Cymothoa elegans* aus der Segara Anakan Area 3 2008/09 bis 32,43 für *Filisoma rizalinum* aus Fischen der Segara Anakan Area 3 in 2007/08). Dies weist auf eine gleichmäßige Parasitenverteilung innerhalb der untersuchten Fische der jeweiligen Probennahmen hin.

Tabelle 27: Vergleich der Ergebnisse des Aggregations Index (AI) von *Scatophagus argus* sämtlicher Untersuchungsgebiete und Jahre. SA: Segara Anakan, n.u.: nicht untersucht.

	Scatophagus argus		
Probennahme	**SA 3 07/08**	**SA 3 08/09**	**SA 4 08**
Parasitenart	AI	AI	AI
***Trichodina* sp. II (P)**	17,18	2,53	n.u.
Microsporea gen. et sp. indet. (MI)	2,20	–	0,87
***Paradiscogaster farooqii* (D)**	26,00	19,98	391,20
***Prosorhynchus* sp. II (D)**	–	–	0,93
Digenea indet. (D)	–	22,48	–
***Metahaliotrema scatophagi* (M)**	30,51	2,97	4,87
***Bothriocephalus* sp. (Ce)**	–	–	2,22
***Cucullanus* sp. (N)**	1,60	1,16	6,83
Nematoda indet. I (N)	1,00	6,00	–
***Filisoma rizalinum* (A)**	32,43	3,05	1,05
***Ergasilus* sp. (Cr)**	31,00	1,60	–
***Cymothoa elegans* (Cr)**	1,07	0,77	0,92
Gnathiidae gen. et sp. indet. (Cr)	1,60	1,00	0,93
***Caligus acanthopagri* (Cr)**	10,06	6,46	9,03
Caligidae gen. et sp. indet. (Cr)	6,16	1,89	5,60
Pennelidae gen. et sp. indet. I (Cr)	–	0,95	–

4.5.1 Vergleich mit Probennahmen vorangegangener Arbeiten

Um mögliche Unterschiede über die Jahre bzw. regional aufdecken zu können, wurden anhand der Rohdaten verschiedener vorangegangener Probennahmen (siehe Tab. 7) sämtliche genutzte Parameter in dieser Arbeit neu berechnet, um diese mit den Daten der vorliegenden Arbeit zu vergleichen. Bei den Daten aus der Segara Anakan stehen somit drei Vergleichsprobenahmen zur Verfügung: *Epinephelus coioides*, freilebend aus der Segara Anakan Area 3 von 2004 und *Scatophagus argus*, freilebend aus der Segara Anakan Area 2 und 3 von 2004 (Yuniar 2005, Yuniar et al. 2007) (siehe Abb. 2, Tab. 28). Für den Vergleich der in dieser Studie erhaltenen Daten der untersuchten, freilebenden *E. coioides* wurden Daten von Rückert (2006) derselben Fischart aus Marikulturen, gehälterter und freilebender Fische von Sumatra herangezogen (Tab. 29).

Tabelle 28: Vergleichsdaten der Ergebnisse verschiedener Berechnungen/Parameter vorangegangener Arbeiten (Rückert et al. 2009a, Yuniar 2005, Yuniar et al. 2007) von *Epinephelus coioides* aus der Segara Anakan Area 3 und *Scatophagus argus* aus der Segara Anakan Area 2 und 3. Dargestellt sind die Parameter, die auch in die jeweiligen Stargraphen integriert wurden. n: Anzahl der untersuchten Fische, SA: Segara Anakan.

Fischart	***Epinephelus coioides***		***Scatophagus argus***			
Probennahme	**SA 3**	**2004 (n=21)**	**SA 2**	**2004 (n=35)**	**SA 3**	**2004 (n=35)**
Berechnung	x	± Stderr	x	± Stderr	x	± Stderr
K	1,34	0,29	3,19	0,54	3,42	0,58
H´ Endo	0,66		1,18		0,14	
H´ Total	0,92		1,26		1,33	
E Endo	0,41		0,85		0,20	
E Total	0,42		0,51		0,58	
E/E Ratio (R)	1,00		2,25		5,00	
Trichodinenbefall (P%)	52,38		25,71		0,00	
D	2,00		1,64		3,39	
Bothriocephalus sp. (P%)	23,80		–		–	
Raphidascaris sp. (P%)	0,00		–		–	
Southwellina hispida (P%)	0,00		–		–	
Zeylanicobdella arugamensis (P%)	9,50		–		–	
Prosorhynchus sp. II (P%)	–		0,00		0,00	
Bothriocephalus sp. (P%)	–		0,00		0,00	
Cucullanus sp. (P%)	–		28,60		0,00	
Filisoma cf. *indicum* (P%)	–		28,60		45,70	
Cymothoa sp. (P%)	–		0,00		28,60	
BP	0,67		0,53		0,37	
Dominante Art	*Pseudhabdosynochus* sp.		*M. scatophagi*		*M. scatophagi* und *Ergasilus* sp. III	

Zum Vergleich der untersuchten *E. fuscoguttatus* wurden die Rohdaten von Rückert (2006) (Veröffentlicht in Palm und Rückert 2009, Palm et al. eingereicht) und aus der Datenbank vom SPICE Projekt verwendet, dabei handelt es sich um vier aufeinander folgende Probennahmen, welche als „Parasitenmonitoring“ durchgeführt wurden und mit den in dieser Studie durchgeführten Probennahmen in 2007/08 und 2008/09 weitergeführt wurden (Tab. 20, 30). Die Vergleichsdaten der freilebenden *E. fuscoguttatus* aus Ringgung (RG) stammen aus Rückert et al. (2009c) und die jeweiligen Rohdaten zur Berechnung des Hepatosomatischen Index und des Simpson Index aus Rückert (2006) (Tab. 31).

Tabelle 29: Vergleichsdaten der Ergebnisse verschiedener Berechnungen/Parameter vorangegangener Arbeiten (Rückert 2006) von *Epinephelus coioides* aus Sumatra, gehälterter und freilebender Fische. Dargestellt sind die Parameter, die auch in die jeweiligen Stargraphen integriert wurden. n: Anzahl der untersuchten Fische, BBL: Balai Budidaya Laut, FL: freilebend, MK: Marikultur (gehältert).

Fischart	***Epinephelus coioides***			
Probennahme	**BBL (MK)**	**2003 (n=35)**	**Ringgung (FL)**	**2003 (n=35)**
Berechnung	x	± Stderr	x	± Stderr
HSI	1,45	0,25	1,56	0,27
K	1,62	0,28	1,29	0,22
H´ Endo	0,40		1,84	
H´ Total	1,04		1,14	
E Endo	1,15		0,71	
E Total	0,35		0,38	
E/E Ratio (R)	0,33		0,67	
Trichodinenbefall (P%)	5,71		14,29	
D	2,38		2,05	
Scolex pleuronectis (P%)	25,71		48,57	
Raphidascaris sp. I (P%)	14,29		31,43	
Terranova sp. (P%)	8,57		14,29	
Zeylanicobdella arugamensis (P%)	0,00		0,00	
BP	0,58		0,69	
Dominante Art	*Pseudhabdosynochus* spp.			

Tabelle 30: Vergleichsdaten der Ergebnisse verschiedener Berechnungen/Parameter vorangegangener Arbeiten (Palm und Rückert 2009, Palm et al. eingereicht, Rückert 2006) von gehälterten *Epinephelus fuscoguttatus* aus den Gewässern der Tausend Inseln der Jahre 2003/04 bis 2006. Dargestellt sind die Parameter, die auch in die jeweiligen Stargraphen integriert wurden. n: Anzahl der untersuchten Fische, PS: Pulau Seribu (Tausend Inseln).

Fischart	***Epinephelus fuscoguttatus***							
Probennahme	**PS**	**2003/04 (n=35)**	**PS**	**2004/05 (n=35)**	**PS**	**2005/06 (n=35)**	**PS**	**2006 (n=35)**
Berechnung	x	± Stderr	x	± Stderr	x	± Stderr	x	± Stderr
HSI	1,34	0,05	1,32	0,08	1,13	0,05	1,51	0,07
K	2,18	0,04	2,25	0,04	1,97	0,03	2,15	0,04
H´ Endo	1,63		1,58		0,81		0,93	
E Endo	0,84		0,64		0,39		0,42	
E/E Ratio (R)	0,50		0,31		0,45		0,45	
Trichodinenbefall (P%)	2,90		0,00		0,00		0,00	
D	1,25		1,09		1,44		1,07	
Allopodocotyle epinepheli (P%)	29,00		2,90		0,00		0,00	
Scolex pleuronectis (P%)	26,00		40,00		23,00		14,00	
Raphidascaris sp. (P%)	83,00		63,00		100,00		77,00	
Terranova sp. (P%)	57,00		26,00		29,00		6,00	
BP	0,89		0,96		0,82		0,97	
Dominante Art	*Pseudorhabdosynochus* spp.							

Tabelle 31: Vergleichsdaten der Ergebnisse verschiedener Berechnungen/Parameter vorangegangener Arbeiten (Rückert 2006, Rückert et al. 2009c) von freilebenden *Epinephelus fuscoguttatus* vor Ringgung der Jahre 2002/03, 2003 und 2003/04. Dargestellt sind die Parameter, die auch in die jeweiligen Stargraphen integriert wurden. n: Anzahl der untersuchten Fische, RG: Ringgung.

Fischart	***Epinephelus fuscoguttatus***					
Probennahme	**RG**	**2002/03 (n=35)**	**RG**	**2003 (n=35)**	**RG**	**2003/04 (n=35)**
Berechnung	x	± Stderr	x	± Stderr	x	± Stderr
HSI	1,89	0,32	1,72	0,29	2,24	0,38
K	1,81	0,31	1,85	0,31	1,87	0,32
H´ Endo	1,42		1,53		1,53	
E Endo	0,57		0,73		0,64	
E/E Ratio (R)	0,46		0,80		0,53	
Trichodinenbefall (P%)	0,00		2,90		2,90	
D	3,37		1,50		2,36	
Allopodocotyle epinepheli (P%)	82,90		65,70		100,00	
Scolex pleuronectis (P%)	37,10		37,10		85,70	
Raphidascaris sp. (P%)	40,00		91,40		100,00	
Terranova sp. (P%)	11,40		51,40		71,40	
BP	0,50		0,82		0,63	
Dominante Art	*Pseudorhabdosynochus* spp.					

4.6 Cluster-Analysen und MDS Plots

Um Unterschiede zwischen den Parasitengemeinschaften unterschiedlicher Standorte und Zeitpunkte aufzuzeigen, wird eine graphische Darstellung der **Abundanzdaten** jeweils für die Parasitenfauna (Berücksichtigung der *Trichodina* sp. die in allen Probennahmen einer Fischart dieser Untersuchungen ermittelt werden konnten) mittels Cluster-Analyse und MDS Plot gewählt. Um die Gewichtung von den besonders abundanten Arten zu verringern, wurden die Daten nach der √√-Methode (Kapitel 3.7) transformiert. Fische die unparasitiert waren wurden hier ausgeschlossen. Angegeben sind im Folgenden die zu den Unterschieden hauptbeitragenden Parasitenarten nach SIMPER. Anschließend an die Wiedergabe der Ergebnisse der SIMPER Analyse findet eine Kurzbeschreibung der jeweiligen nachfolgenden Cluster-Analyse und dem dazugehörigen MDS Plot statt.

Ergebnisse der SIMPER Analyse: Anhand der SIMPER Analyse (Kapitel 3.7) können folgende Parasitenarten als hauptbeitragende zu den gezeigten regionalen Unterschieden (Abb. 45) der ***Epinephelus coioides*** in **2007/08** der drei Untersuchungsgebiete deklariert werden. Innerhalb der **Segara Anakan (Area 3)** sind es *Pseudorhabdosynochus lantauensis* (76,80 %), *Spirophilometra* sp. (7,71 %), *Alcirona* sp. (4,19 %) und Pennelidae gen. et sp. indet. I (3,26 %). Innerhalb der **Segara Anakan (Area 4)** sind es *Pseudorhabdosynochus lantauensis* (67,68 %), Pennelidae gen. et sp. indet. II (20,70 %) und *Spirophilometra* sp. (5,55 %). Innerhalb der Gewässer vor **Bali** sind es *Pseudorhabdosynochus lantauensis* (53,36 %), Caligidae gen. et sp. indet. (22,49 %), *Scolex pleuronectis* (11,91 %) und *Philometra* sp. (6,59 %) (Anhang 14). Innerhalb der *E. coioides* in **2008/09** der **Segara Anakan (Area 3)** sind es *Pseudorhabdosynochus lantauensis* (76,49 %), Gnathiidae gen. et sp. indet. (7,45 %), *Philometra* sp. (5,33 %) und *Didymodiclinus* sp. (5,00 %). Innerhalb der **Segara Anakan (Area 4)** sind es *Pseudorhabdosynochus lantauensis* (56,80 %), *Didymodiclinus* sp. (12,49 %), *Zeylanicobdella arugamensis* (10,47 %), *Spirophilomtra* sp. (4,24), *Bothriocephalus* sp. (3,58) und *Philometra* sp. (3,21). Innerhalb der Gewässer vor **Bali** sind es *Pseudorhabdosynochus lantauensis* (47,32 %), Pennelidae gen. et sp. indet. II (14,84 %), *Philometra* sp. (14,63 %), *Prosorhynchus* sp. I (10,43 %) und *Spirophilometra* sp. (5,89 %) (Abb. 46, Anhang 14). Im ersten Untersuchungsjahr ist anhand des MDS Plots eine eindeutige Abgrenzung der Parasitengemeinschaft der *E. coioides* aus balinesischen Gewässern gegenüber den beiden Standorten der Segara Anakan erkennbar (Abb. 45). Im zweiten Untersuchungsjahr zeichnet sich eine Durchmischung dieser Parasitengemeinschaften in den drei Untersuchungsgebieten ab (Abb. 46).

Die dargestellten regionalen Unterschiede der ***Epinephelus areolatus*** der **Segara Anakan Area 4** liegen laut SIMPER Analyse an den Parasitenarten *Anisakis typica* (46,73 %), *Hatschekia* sp. (34,29 %) und Gnathiidae gen. et sp. indet. (18,81 %). Die der Gewässer vor Bali an den Parasitenarten *Didymodiclinus* sp. (67,60 %), *Hatschekia* sp. (12,48 %) und *Anisakis typica* (10,92 %) (Abb. 47, Anhang 14). Sowohl die Cluster-Analyse als auch der MDS Plot zeigen eine eindeutige

Trennung der Parasitengemeinschaften im regionalen Vergleich der *E. areolatus* aus der Segara Anakan und Bali (Abb. 47).

Bei den präsentierten regionalen Unterschieden der ***Scatophagus argus*** der **Segara Anakan Area 3** in 2007/08 spielen laut SIMPER Analyse die Parasitenarten *Metahaliotrema scatophagi* (38,11 %), *Caligus acanthophagri* (34,96 %), Caligidae gen. et sp. indet. (11,66 %) und *Cymothoa elegans* (9,01 %) eine Rolle. Die der **Segara Anakan Area 3** im Folgejahr (2008/09) liegen an den Arten *Metahaliotrema scatophagi* (42,75 %), *Cymothoa elegans* (20,93 %), *Filisoma rizalinum* (5,97 %), *Paradiscogaster farooqii* (4,86 %) und *Caligus acanthophagri* (4,24 %). Die des **Küstenbereiches** der **Segara Anakan** in 2008 an den Arten *Caligus acanthophagri* (60,06 %), *Metahaliotrema scatophagi* (23,29 %) und Caligidae gen. et sp. indet. (11,11 %) (Abb. 48, Anhang 14). Hier ist anhand der gewählten Methode kaum ein regionaler Unterschied in den Parasitengemeinschaften erkennbar (Abb. 48).

Nach SIMPER liegen die dargestellten annuellen Unterschiede der ***Epinephelus coioides*** innerhalb der Segara Anakan (Area 3) in **2007/08** an den Parasitenarten *Pseudorhabdosynochus lantauensis* (76,80 %), *Spirophilometra* sp. (7,71 %), *Alcirona* sp. (4,19 %) und Pennelidae gen. et sp. indet. I (3,26 %). Die der Probennahme von **2008/09** an *Pseudorhabdosynochus lantauensis* (76,49 %), Gnathiidae gen. et sp. indet. (7,45 %), *Philometra* sp. (5,33 %) und *Didymodiclinus* sp. (5,00 %) (Abb. 49, Anhang 14). Die abgebildeten Unterschiede der *Epinephelus coioides* innerhalb der Segara Anakan in **2004** liegen an den hauptbeitragenden Parasitenarten *Pseudorhabdosynochus* sp. (49,22 %), *Didymodiclinus* sp. (19,63 %), Pennelidae gen. et sp. indet. I (14,02 %) und *Spirophilometra* sp. (9,61 %). Die der Probennahme von **2008/09** an *Pseudorhabdosynochus* sp. (71,70 %), Gnathiidae gen. et sp. indet. (7,15 %), *Trichodina* sp. (6,37 %) und *Philometra* sp. (4,84 %) (Abb. 50, Anhang 14). In beiden Darstellungen sowohl der aufeinanderfolgenden Probennahmen als auch der Langzeitdarstellung ist keine klare Abgrenzung der Parasitengemeinschaften erkennbar (Abb. 49-50).

Bei den dargestellten annuellen Unterschieden der ***Epinephelus fuscoguttatus*** aus Gewässern der Tausend Inseln spielen laut SIMPER Analyse innerhalb der Probennahme von **2007/08** die Parasitenarten *Pseudorhabdosynochus lantauensis* (82,15 %) und *Benedenia epinepheli* (11,02 %) eine Rolle. Innerhalb der Probennahme von **2008/09** sind diese auf die Art *Pseudorhabdosynochus lantauensis* (93,08 %) zurückzuführen (Abb. 51, Anhang 14). Die gezeigten Unterschiede der *Epinephelus fuscoguttatus* aus den Gewässern der Tausend Inseln liegen nach SIMPER innerhalb der Probennahme von **2003/04** an den Parasitenarten *Pseudorhabdosynochus* spp. (59,88 %), *Raphidascaris* sp. I (15,52 %), *Terranova* sp. (6,55 %), *Prosorhynchus* cf. *crucibulum* (5,35 %) und Enenteridae gen. et sp. indet. (5,21 %). Innerhalb der Probennahme von **2008/09** an der Art *Pseudorhabdosynochus lantauensis* (93,26 %) (Abb. 52, Anhang 14). Es sind keine Unterschiede in den Parasitengemeinschaften der beiden aufeinanderfolgenden Untersuchungsjahre von

E. fuscoguttatus erkennbar (Abb. 51). Über einen Zeitraum von fünf Jahren zeichnen sich, annuelle Unterschiede und somit eine deutliche Abgrenzung der Parasitengemeinschaften der *E. fuscoguttatus* ab (Abb. 52).

Die veranschaulichten annuellen Unterschiede der ***Scatophagus argus*** innerhalb der Segara Anakan in **2007/08** sind auf die Parasitenarten *Metahaliotrema scatophagi* (38,11 %), *Caligus acanthophagri* (34,96 %), Caligidae gen. et sp. indet. (11,66 %) und *Cymothoa elegans* (9,01 %) zurückzuführen. Die der Probennahme von **2008/09** auf *Metahaliotrema scatophagi* (42,75 %), *Cymothoa elegans* (20,93 %), *Filisoma rizalinum* (5,97 %), *Paradiscogaster farooqii* (4,86 %) und *Caligus acanthophagri* (4,24 %) (Abb. 53, Anhang 14). Die gezeigten annuellen Unterschiede der *Scatophagus argus* innerhalb der Segara Anakan in **2004** liegen an den Parasitenarten *Metahaliotrema scatophagi* (29,69 %), *Caligus acanthophagri* (20,35 %), *Ergasilus* sp. III (16,57 %), Caligidae gen. et sp. indet. (15,84 %) und *Thysanote* sp. (10,35 %). Die der Probennahme von **2008/09** an *Metahaliotrema scatophagi* (35,54 %), *Cymothoa elegans* (16,47 %), *Trichodina* sp. (15,01 %), Digenea indet. (14,03), *Filisoma rizalinum* (5,34 %) und *Paradiscogaster farooqii* (4,47 %) (Abb. 54, Anhang 14). Hier ist eine Trennung der Parasitengemeinschaften nur bei der Langzeitdarstellung der *S. argus* sichtbar (Abb. 54).

Nach SIMPER sind die dargestellten Unterschiede der **Fischarten *Epinephelus coioides*** und ***E. areolatus*** von 2009 des Küstenbereiches der **Segara Anakan** innerhalb der *E. coioides* auf die Parasitenarten *Pseudorhabdosynochus lantauensis* (56,80 %), *Didymodiclinus* sp. (12,49 %), *Zeylanicobdella arugamensis* (10,47 %), *Spirophilometra* sp. (4,24 %), *Bothriocephalus* sp. (3,58 %) und *Philometra* sp. (3,21 %) zurückzuführen. Innerhalb der *E. areolatus* auf *Anisakis typica* (48,35 %), *Hatschekia* sp. (32,89 %) und Gnathiidae gen. et sp. indet. (18,48 %) (Abb. 55, Anhang 14). Die abgebildeten Unterschiede der **Fischarten *E. coioides*** und ***E. areolatus*** von 2009 der Gewässer vor **Bali** liegen nach SIMPER innerhalb der *E. coioides* an den Parasitenarten *Pseudorhabdosynochus lantauensis* (47,32 %), Pennelidae gen. et sp. indet. II (14,84 %), *Philometra* sp. (14,63 %), *Prosorhynchus* sp. I (10,43 %) und *Spirophilometra* sp. (5,89 %). Innerhalb der *E. areolatus* an *Didymodiclinus* sp. (45,29 %), *Hatschekia* sp. (19,64 %), *Anisakis typica* (16,39 %) und Gnathiidae gen. et sp. indet. (10,29 %) (Abb. 56, Anhang 14). Sowohl im Gebiet der Segara Anakan als auch vor Bali zeigen die Cluster-Analysen und MDS Plots eine eindeutige Trennung der Parasitengemeinschaften der verschiedenen Fischarten (Abb. 55-56).

Anhand der SIMPER Analyse können folgende Parasitenarten als hauptbeitragende zu den gezeigten Unterschieden in der Lebensweise der **freilebenden** und **gehälterten *Epinephelus coioides*** deklariert werden. Innerhalb der **freilebenden** *E. coioides* sind es *Pseudorhabdosynochus lantauensis* (69,39 %), *Philometra* sp. (7,42 %), *Didymodiclinus* sp. (6,65 %), *Spirophilometra* sp. (5,48 %) und Gnathiidae gen. et sp. indet. (3,43 %). Innerhalb der **gehälterten** Fische sind es *Pseudorhabdosynochus lantauensis* (37,41 %), *Prosorhynchus luzonicus* (30,63 %), *Benedenia* sp.

(15,17 %) und Capsalidae indet. (10,65 %) (Abb. 57, Anhang 14). Durch die SIMPER Analyse können folgende Parasitenarten als hauptbeitragende zu den gezeigten Unterschieden in der **Lebensweise** der **freilebenden** und **gehälterten** ***E. fuscoguttatus*** identifiziert werden. Innerhalb der **freilebenden** *E. fuscoguttatus* sind es *Pseudorhabdosynochus lantauensis* (66,79 %), Capsalidae indet. (9,31 %), *Benedenia epinepheli* (6,92 %), *Trichodina* sp. (5,56 %) und Microsporea indet. (4,77 %). Innerhalb der **gehälterten** Fische ist es *Pseudorhabdosynochus lantauensis* (93,08 %). (Abb. 58, Anhang 14). Bei beiden Fischarten ist eine deutliche Trennung der Parasitengemeinschaften der freilebenden und gehälterten Fische erkennbar (Abb. 57-58).

Sämtliche ANOSIM Ergebnisse der verschiedenen Probennahmen parasitierter und unparasitierter Fische sind tabellarisch im Anhang 15-19 dargestellt.

4.6.1 Regionalität

Im Folgenden werden Probennahmen von *Epinephelus coioides*, *E. areolatus* und *Scatophagus argus*, entsprechend der ersten Arbeitshypothese, im regionalen Vergleich als Cluster-Analyse und MDS Plot dargestellt, um mögliche Unterschiede in der Parasitierung an verschiedenen Standorten zu veranschaulichen.

***Epinephelus coioides* aus der Segara Anakan (3, 4) und Bali (2007/08):** Dargestellt sind die Cluster-Analyse und der MDS Plot der Probennahmen von *E. coioides* getrennt nach Untersuchungsjahr 2007/08 aus der Segara Anakan (3, 4) und Bali (ANOSIM: R: 0,332, 0,1 %, siehe 3.7) und im Folgejahr 2008/09 der gleichen Gebiete (ANOSIM: R: 0,217, 0,1 %) im regionalen Vergleich. Hier wurden die Unterschiede der **Abundanzdaten** (Parasitenfauna) sowohl über ein regional zusammenhängendes Gebiet (Segara Anakan 3 und 4) als auch über größere Distanz (Segara Anakan und Bali) dargestellt (Abb. 45-46).

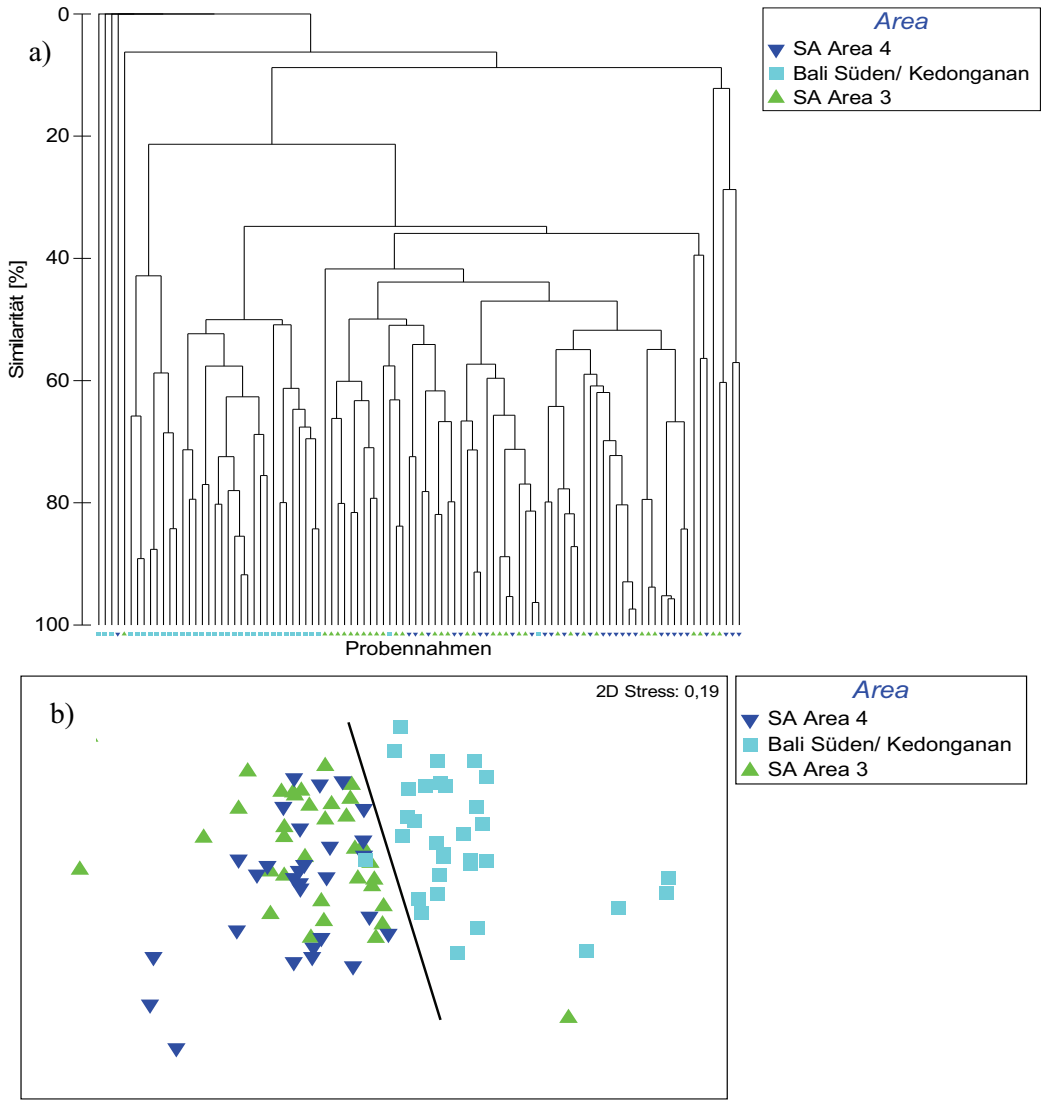


Abbildung 45: a) Cluster-Analyse und b) MDS Plot der Probennahmen von *Epinephelus coioides* in der Segara Anakan Area 3, 4 und Bali in 2007/08, basierend auf den Parasitenabundanzen. SA: Segara Anakan.

***Epinephelus coioides* aus der Segara Anakan (3, 4) und Bali (2008/09):**

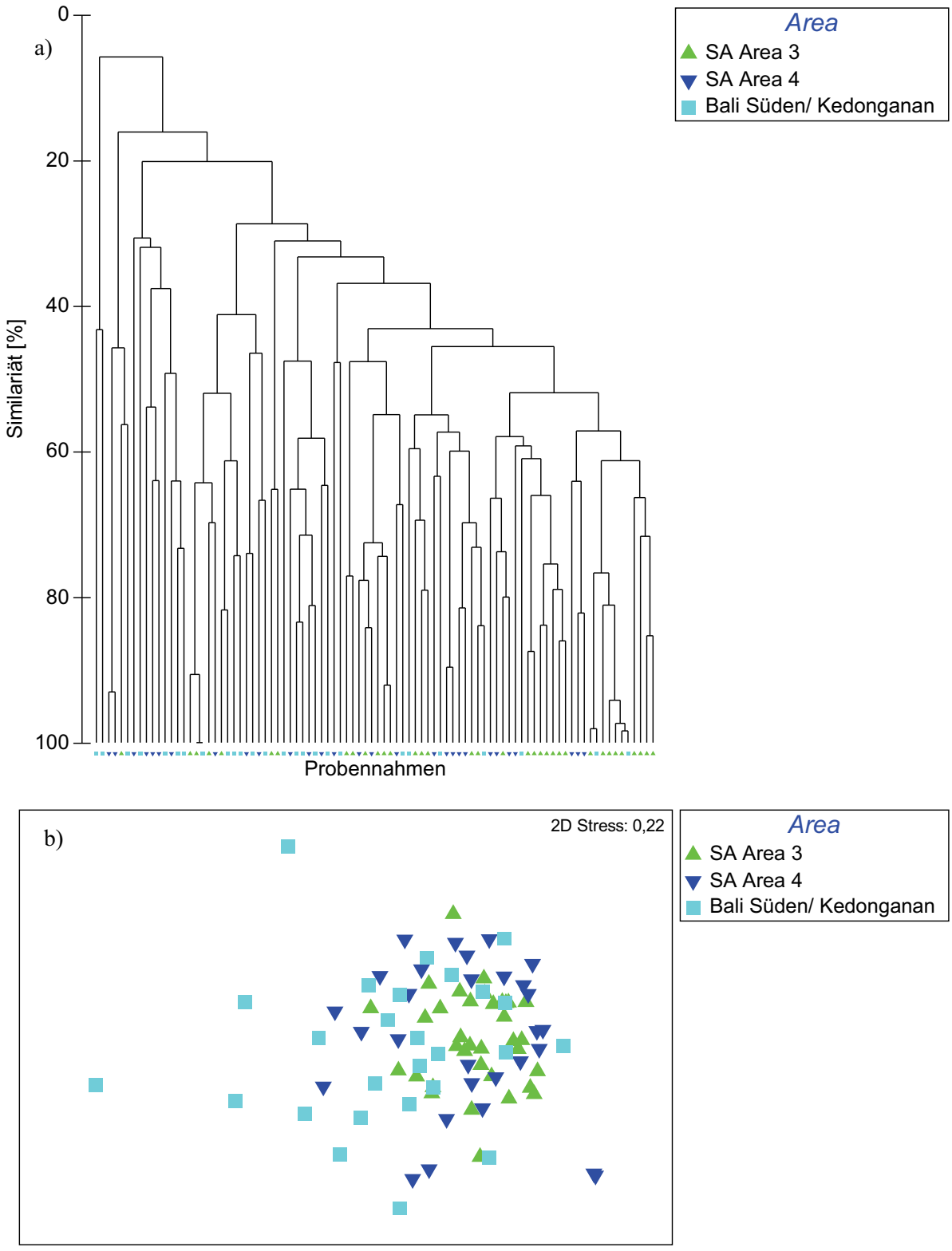


Abbildung 46: a) Cluster-Analyse und b) MDS Plot der Probennahmen von *Epinephelus coioides* in der Segara Anakan Area 3, 4 und Bali in 2008/09, basierend auf den Parasitenabundanzen. SA: Segara Anakan.

***Epinephelus areolatus* aus der Segara Anakan und Bali:** Dargestellt sind die Cluster-Analyse und der MDS Plot der Probennahmen von *E. areolatus* von 2009 im regionalen Vergleich der Gebiete mit größerer Distanz (Segara Anakan und Bali) (ANOSIM: R: 0,642, 0,1 %) (Abb. 47).

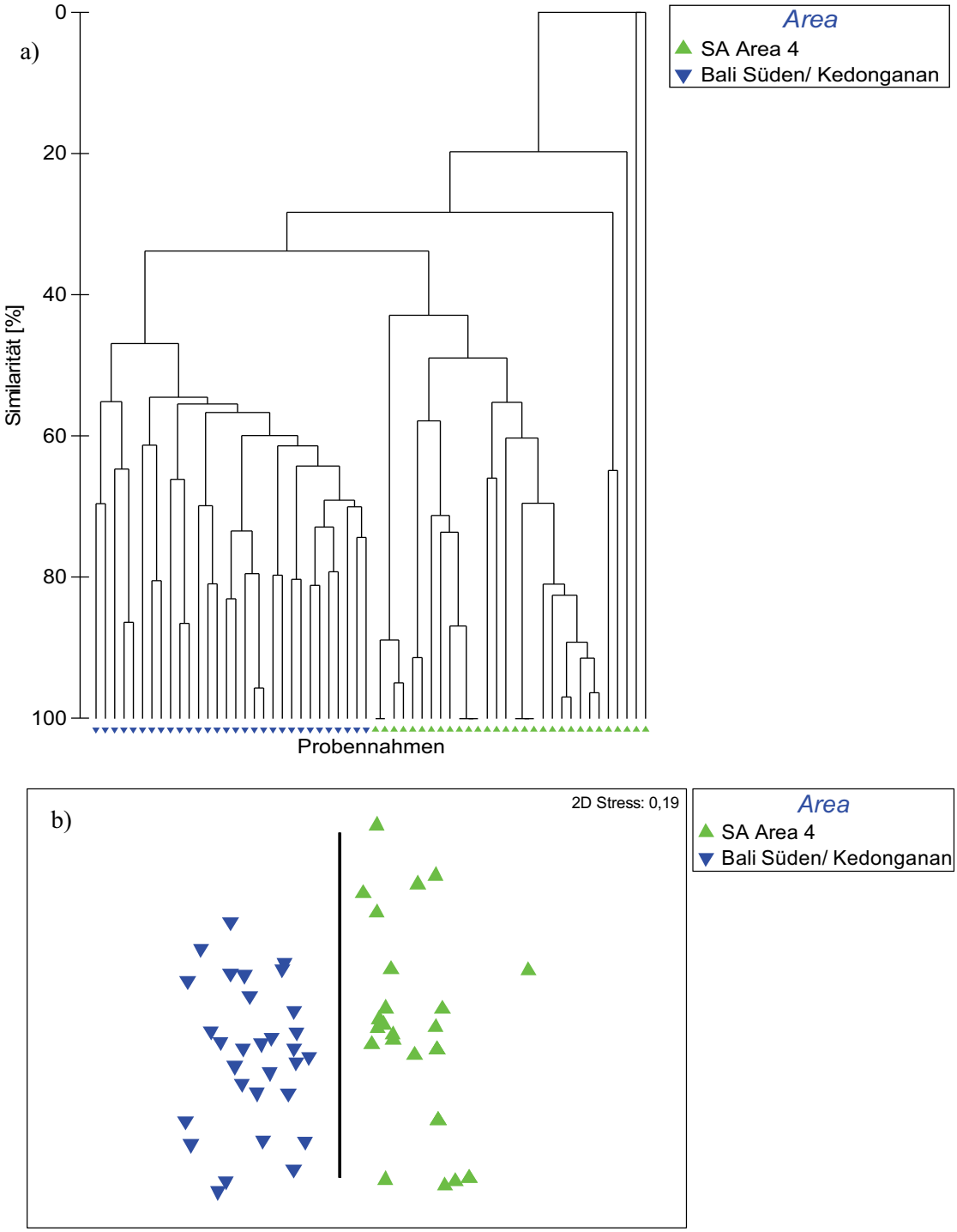


Abbildung 47: a) Cluster-Analyse und b) MDS Plot der Probennahmen von *Epinephelus areolatus* in der Segara Anakan Area 4 und Bali in 2009, basierend auf den Parasitenabundanzen. SA: Segara Anakan.

***Scatophagus argus* aus der Segara Anakan:** Dargestellt sind die Cluster-Analyse und der MDS Plot der Probennahmen von *S. argus* beider Untersuchungsjahre 2007/08 und 2008/09 im regionalen Vergleich der zusammenhängenden Lagunenstandorte der Segara Anakan in Area 3 und 4 (ANOSIM: R: 0,154, 0,1 %) (Abb. 48).

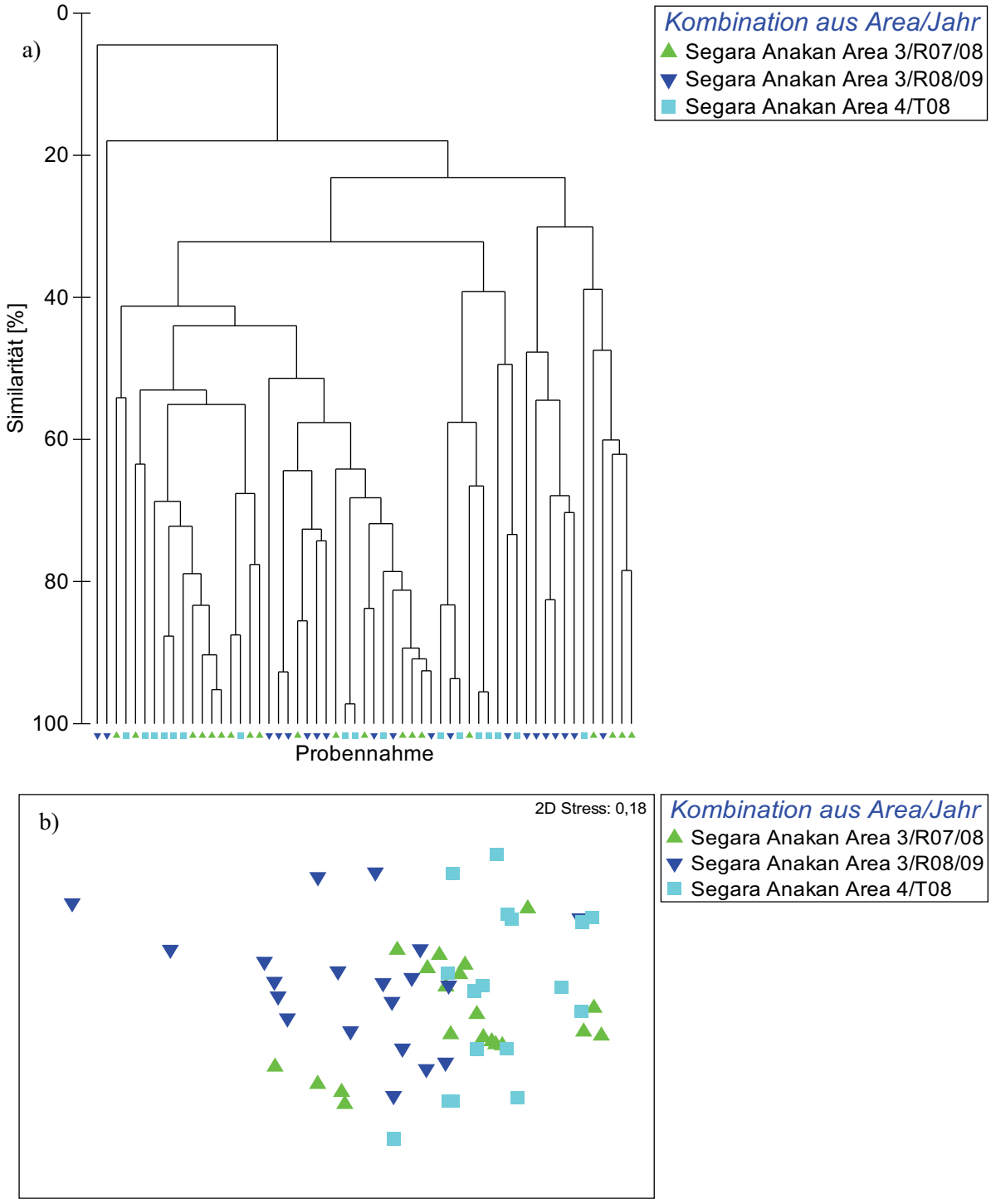


Abbildung 48: a) Cluster-Analyse und b) MDS Plot der Probennahmen von *Scatophagus argus* in der Segara Anakan Area 3 und 4 beider Untersuchungsjahre (2007/08 und 2008/09), basierend auf den Parasitenabundanzen. R: Regenzeit, T: Trockenzeit.

4.6.2 Annualität

Der zweiten Arbeitshypothese entsprechend werden mögliche annuelle Unterschiede der Parasitenfaunen von *Epinephelus coioides*, *E. fuscoguttatus* und *Scatophagus argus* mit Abundanzdaten vorangegangener Arbeiten zur Darstellung von Langzeitunterschieden dargestellt (Rückert 2006, Rückert et al. 2009a, Yuniar 2005) (siehe Tab. 7).

Langzeitveränderungen (freilebende Fische): Hier sind die Abundanzdaten von *Epinephelus coioides* der Segara Anakan Area 3 dieser Untersuchung von 2007/08 und 2008/09 dargestellt (ANOSIM: R: 0,146, 0,1 %). Folgend wurden die während dieser Untersuchung erzielten Abundanzdaten der untersuchten *E. coioides* aus der Segara Anakan Area 3 von 2008/09 mit denen der Vergleichsprobennahme des gleichen Gebietes von 2004 verglichen (ANOSIM: R: 0,264, 0,1 %) (Abb. 49-50).

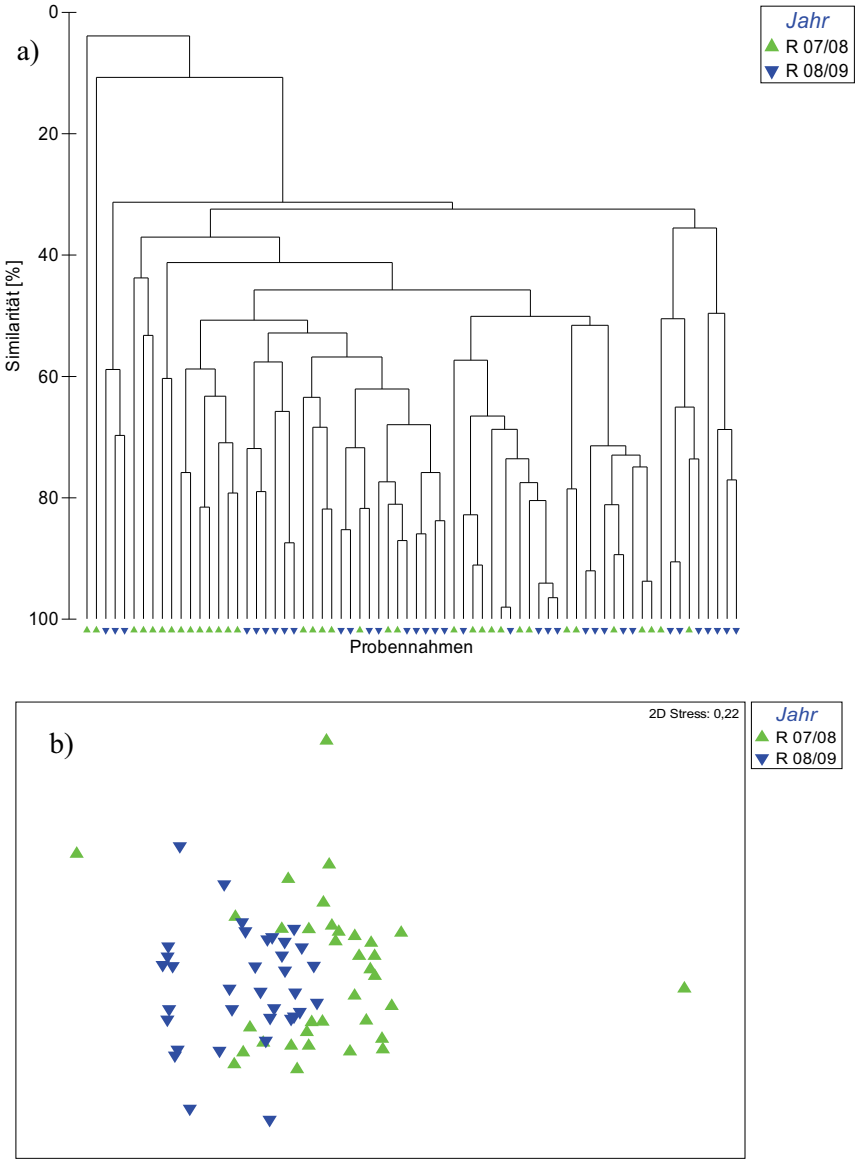


Abbildung 49: a) Cluster-Analyse und b) MDS Plot der Probennahmen von *Epinephelus coioides* der Segara Anakan Area 3 in 2007/08 und 2008/09, basierend auf den Parasitenabundanzen. R: Regenzeit.

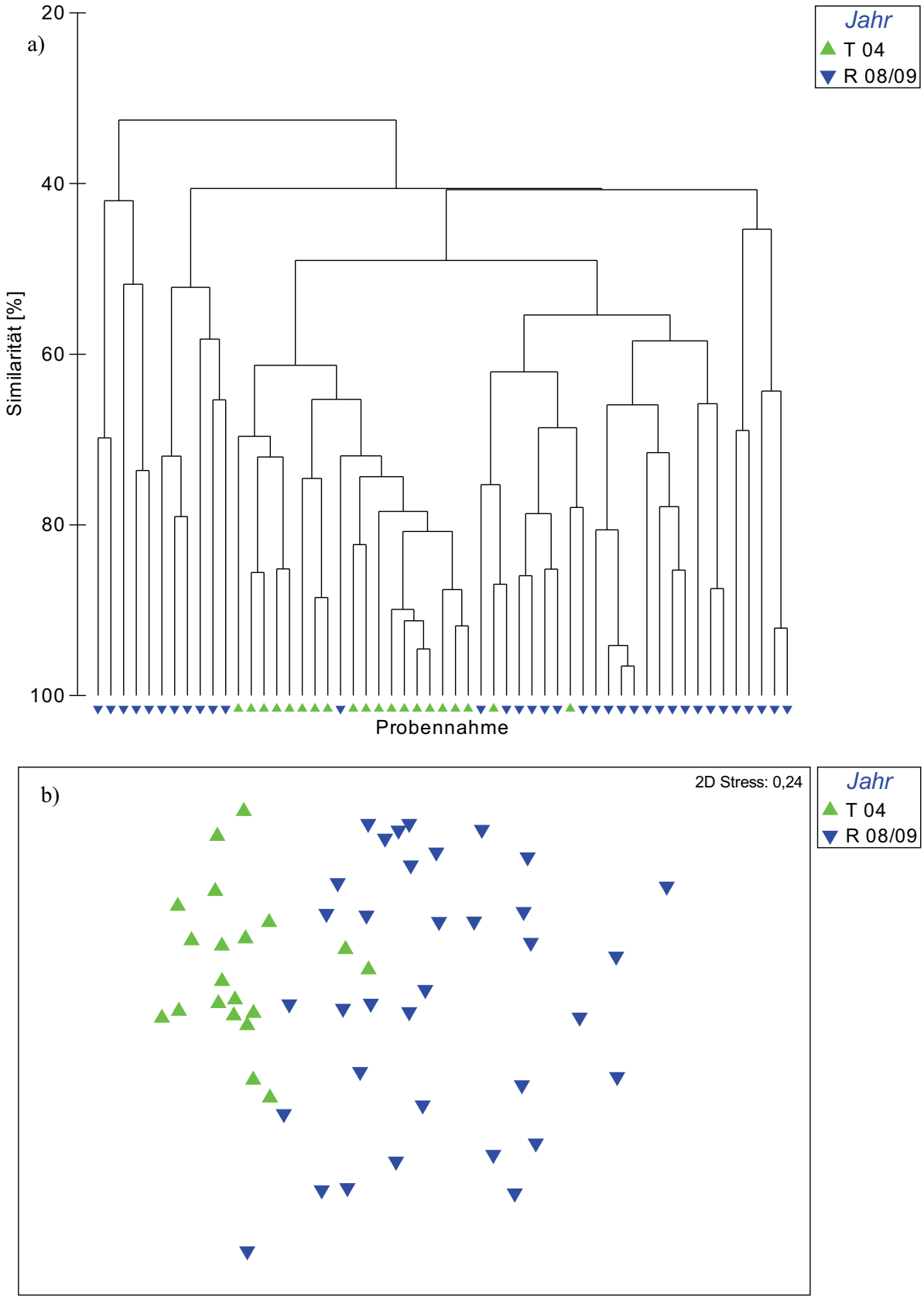


Abbildung 50: a) Cluster-Analyse und b) MDS Plot der Probennahmen von *Epinephelus coioides* der Segara Anakan Area 3 in 2004 (Yuniar 2005) und 2008/09, basierend auf den Parasitenabundanzen. R: Regenzeit, T: Trockenzeit.

Langzeitveränderungen (Marikultur): Dargestellt sind die Parasitenabundanzen von *Epinephelus fuscoguttatus* der Marikulturanlage aus den Gewässern der Tausend Inseln dieser Untersuchung von 2007/08 und 2008/09 (ANOSIM: R: 0,064, 0,7 %) und im Vergleich mit der Probennahme einer vorangegangenen Untersuchung von 2003/04 zu 2008/09 (Tab. 7) (ANOSIM: R: 0,766, 0,1 %), um mögliche Langzeitveränderungen aufzuzeigen (Abb. 51-52).

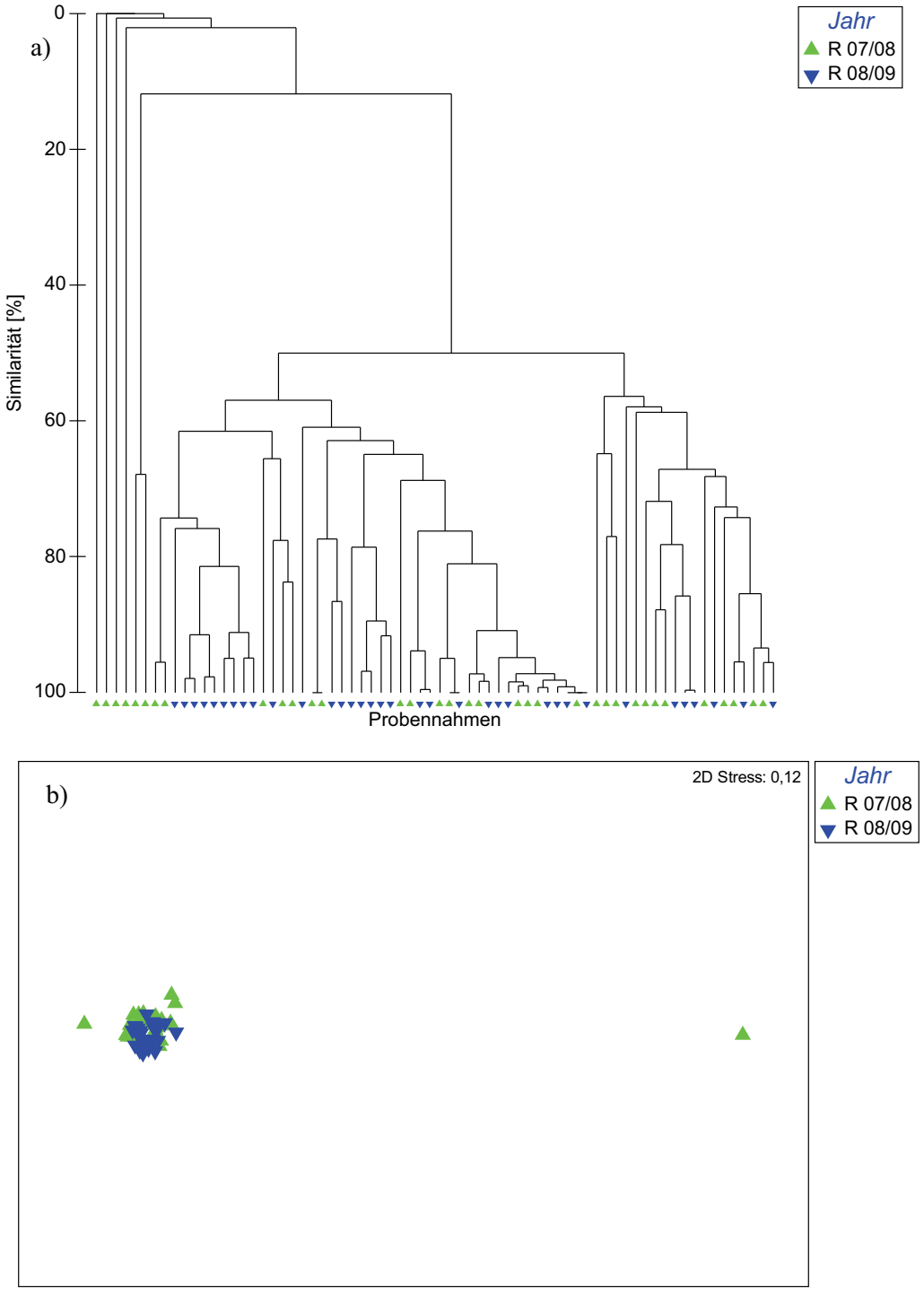


Abbildung 51: a) Cluster-Analyse und b) MDS Plot der Probennahmen von *Epinephelus fuscoguttatus* von den Tausend Inseln der Untersuchungsjahre 2007/08 und 2008/09, basierend auf den Parasitenabundanzen. R: Regenzeit.

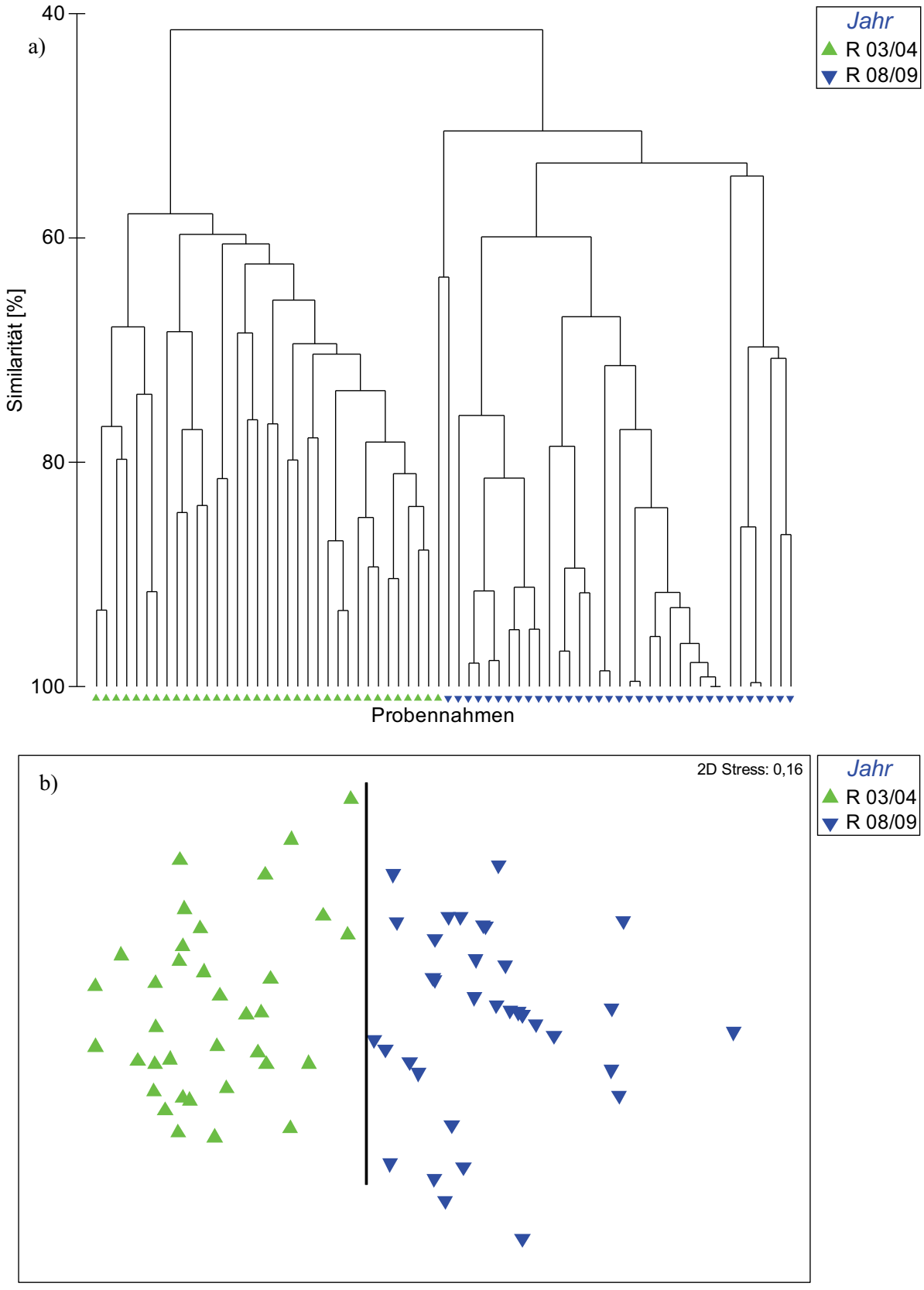


Abbildung 52: a) Cluster-Analyse und b) MDS Plot der Probennahmen von *Epinephelus fuscoguttatus* von den Tausend Inseln der Untersuchungsjahre 2003/04 (Rückert 2006) und 2008/09, basierend auf den Parasitenabundanzen. R: Regenzeit.

Diese Darstellung zeigt die Parasitenabundanzen von *Scatophagus argus* der Segara Anakan Area 3 der Untersuchung von 2007/08 und 2008/09 (ANOSIM: R: 0,185, 0,1 %). Folgend wurden die während dieser Untersuchung erzielten Abundanzdaten der untersuchten *S. argus* aus der Segara Anakan Area 3 von 2008/09 mit denen der Vergleichsprobennahme des gleichen Gebiets von 2004 verglichen (ANOSIM: R: 0,643, S: 0,1 %) (Abb. 53-54).

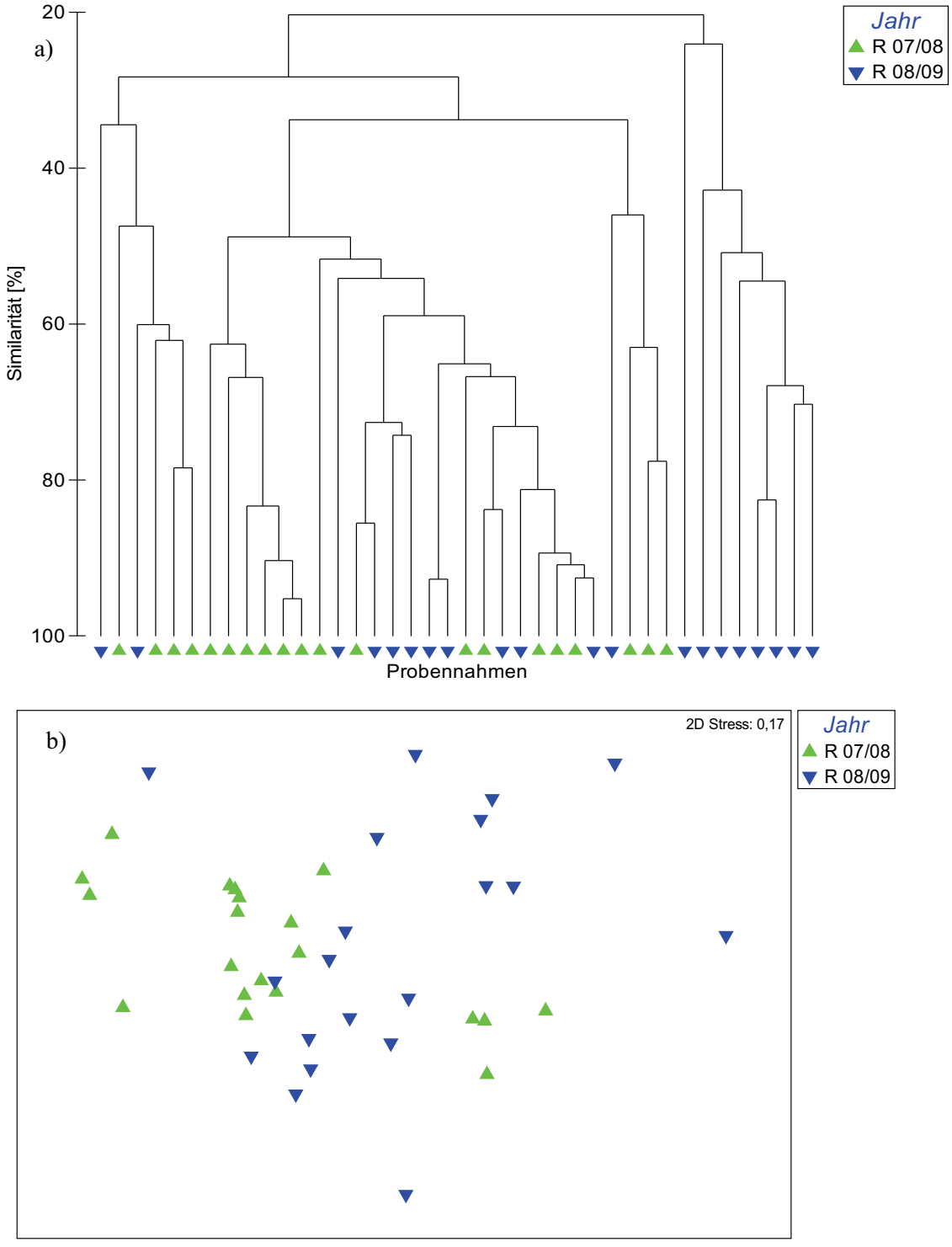


Abbildung 53: a) Cluster-Analyse und b) MDS Plot der Probennahmen von *Scatophagus argus* der Segara Anakan Area 3 in 2007/08 und 2008/09, basierend auf den Parasitenabundanzen. R: Regenzeit.

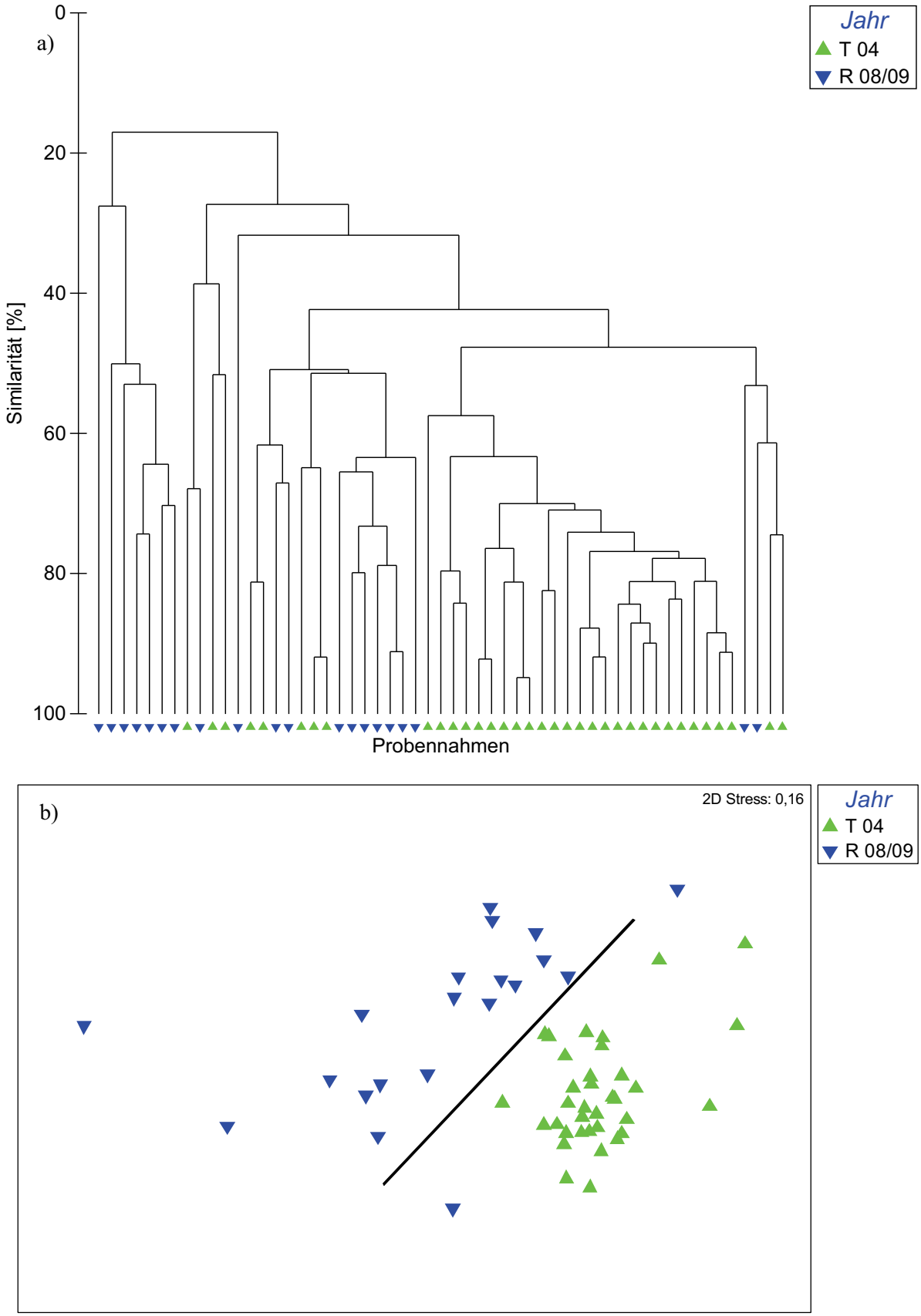


Abbildung 54: a) Cluster-Analyse und b) MDS Plot der Probennahmen von *Scatophagus argus* der Segara Anakan Area 3 in 2004 (Rückert et al. 2009a und Yuniar 2005) und 2008/09, basierend auf den Parasitenabundanzen. R: Regenzeit, T: Trockenzeit.

4.6.3 Fischarten

Im Folgenden werden Unterschiede der Parasitenfauna unterschiedlicher Zackenbarscharten gleicher Gebiete und Jahre dargestellt.

***Epinephelus coioides* und *E. areolatus* der Segara Anakan:** An dieser Stelle werden Probennahmen des Küstenbereiches der Segara Anakan im Jahr 2009 zweier Zackenbarscharten (*Epinephelus coioides* und *E. areolatus*) miteinander verglichen (ANOSIM: R: 0,843, 0,1) (Abb. 55).

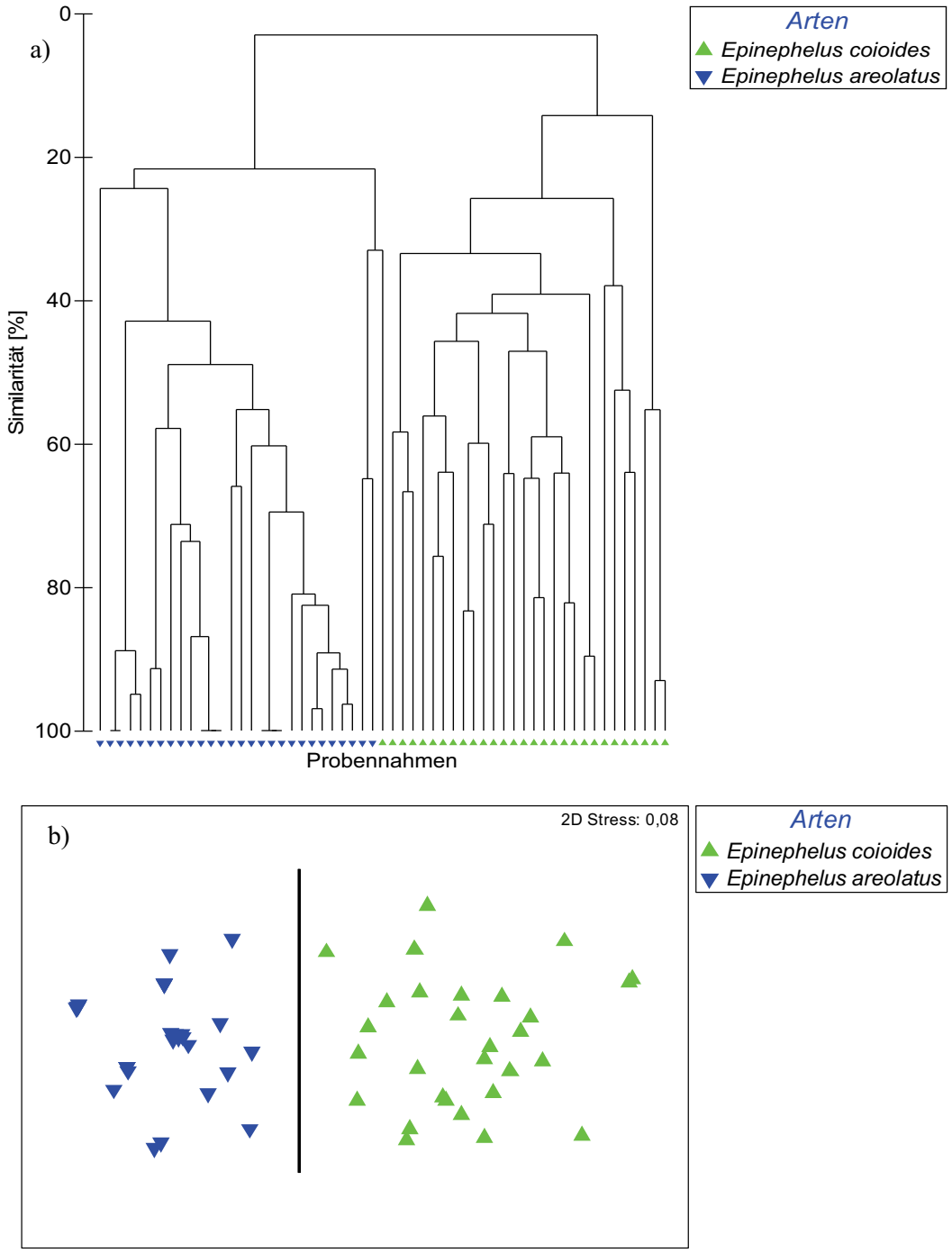


Abbildung 55: a) Cluster-Analyse und b) MDS Plot der Probennahmen von *Epinephelus coioides* und *E. areolatus* der Segara Anakan Area 4 im Untersuchungsjahr 2009, basierend auf den Parasitenabundanzen.

***Epinephelus coioides* und *E. areolatus* von Bali:** Hier werden Probennahmen des Küstenbereiches vor Bali im Jahr 2009 zweier Zackenbarscharten miteinander verglichen (ANOSIM: R: 0,757, 0,1 %) (Abb. 56).

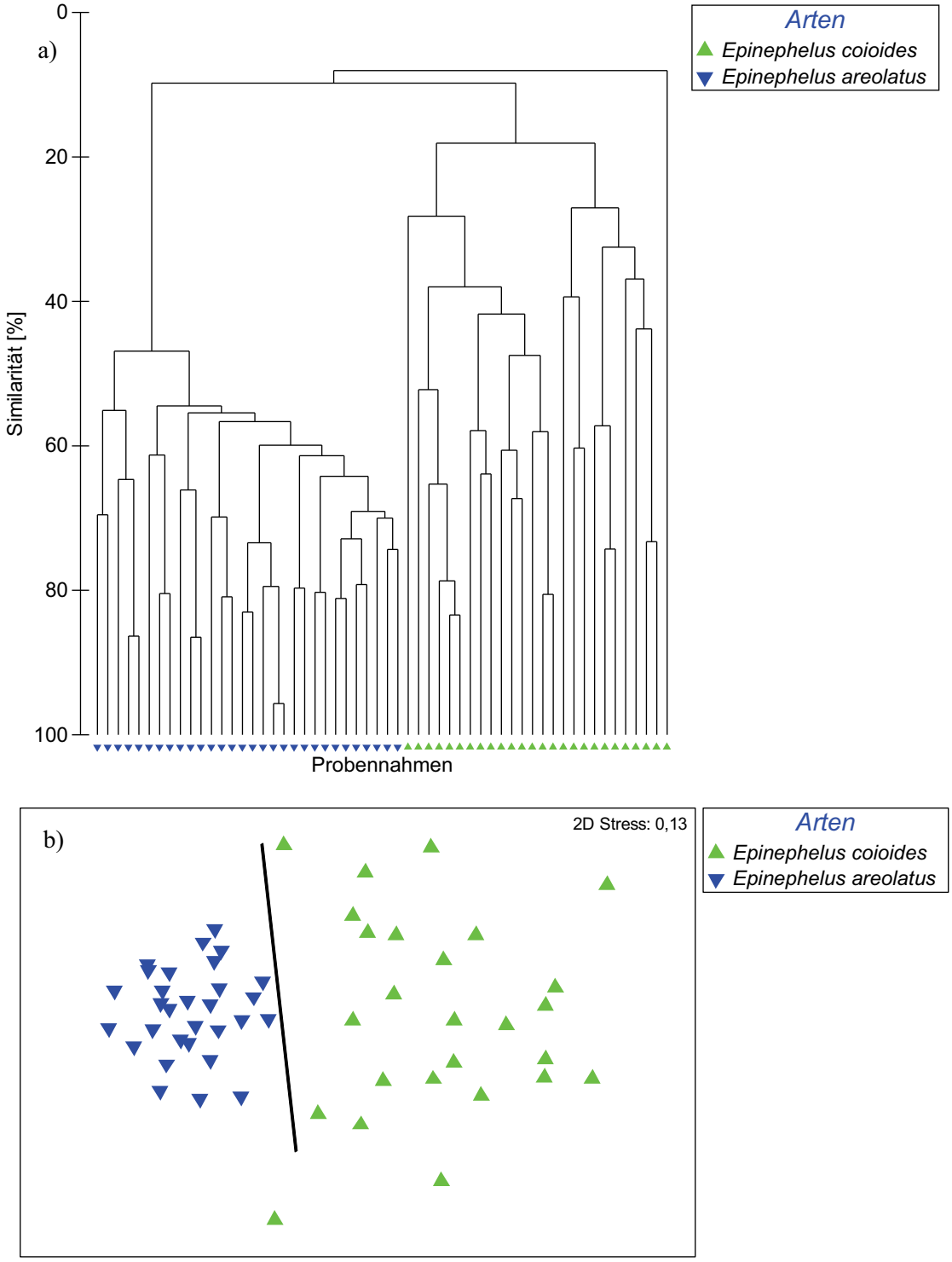


Abbildung 56: a) Cluster-Analyse und b) MDS Plot der Probennahmen von *Epinephelus coioides* und *E. areolatus* von Bali im Untersuchungsjahr 2009, basierend auf den Parasitenabundanzen.

4.6.4 Lebensweise

Um mögliche Unterschiede der Parasitenfauna freilebender und gehälterter *Epinephelus coioides* und *E. fuscoguttatus* aufzudecken, wurden verschiedene Datensätze mit denen vorangegangener Arbeiten von Rückert (2006) verglichen (siehe Tab. 7).

***Epinephelus coioides* (freilebende/gehälterte Fische):** Dargestellt werden folgend die Parasitenabundanzen der freilebenden *Epinephelus coioides* (grün) der Segara Anakan Area 3, 4 und Bali vom zweiten Untersuchungsjahr (2008/09) verglichen mit denen der gleichen Fischart, gehälterter Fische (blau) von Balai Budidaya Laut (Sumatra) in 2003 (ANOSIM: R: 0,451, 0,1 %) (Abb. 57).

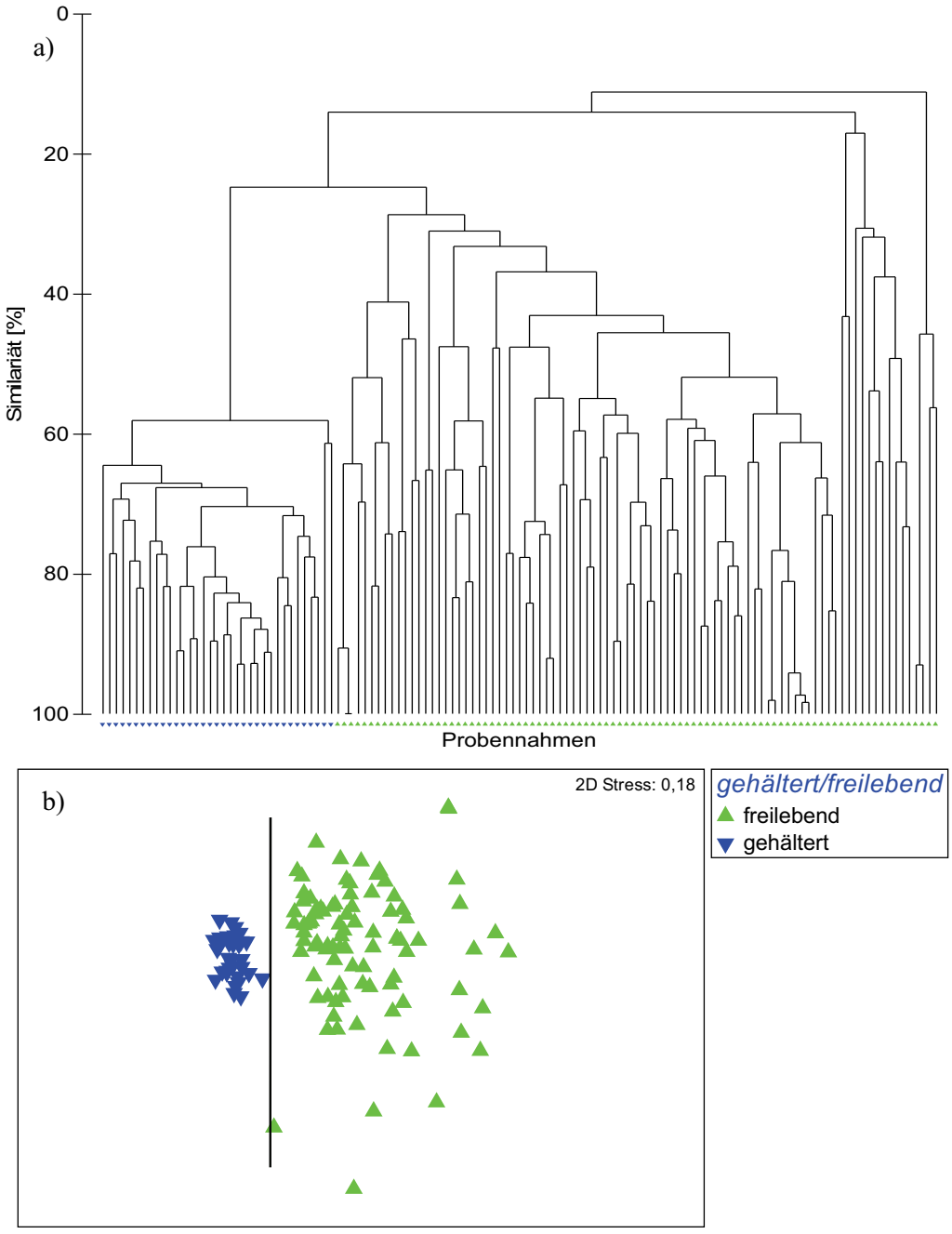


Abbildung 57: a) Cluster-Analyse und b) MDS Plot der Probennahmen von freilebenden *Epinephelus coioides* (grün) der Segara Anakan Area 3, 4 und Bali in 2008/09 und gehälterten *E. coioides* (blau) von Sumatra in 2003 (Rückert 2006), basierend auf den Parasitenabundanzen.

***Epinephelus fuscoguttatus* (freilebende/gehälterte Fische):** Dargestellt werden im Folgenden die Parasitenabundanzen der freilebenden *Epinephelus fuscoguttatus* von Ringgung, Sumatra in 2003 (Rückert 2006, Rückert et al. 2009c) verglichen mit dem der selben Fischart gehälterter Fische von den Tausend Inseln in 2008/09 (ANOSIM: R: 0,669, 0,1 %) (Abb. 58).

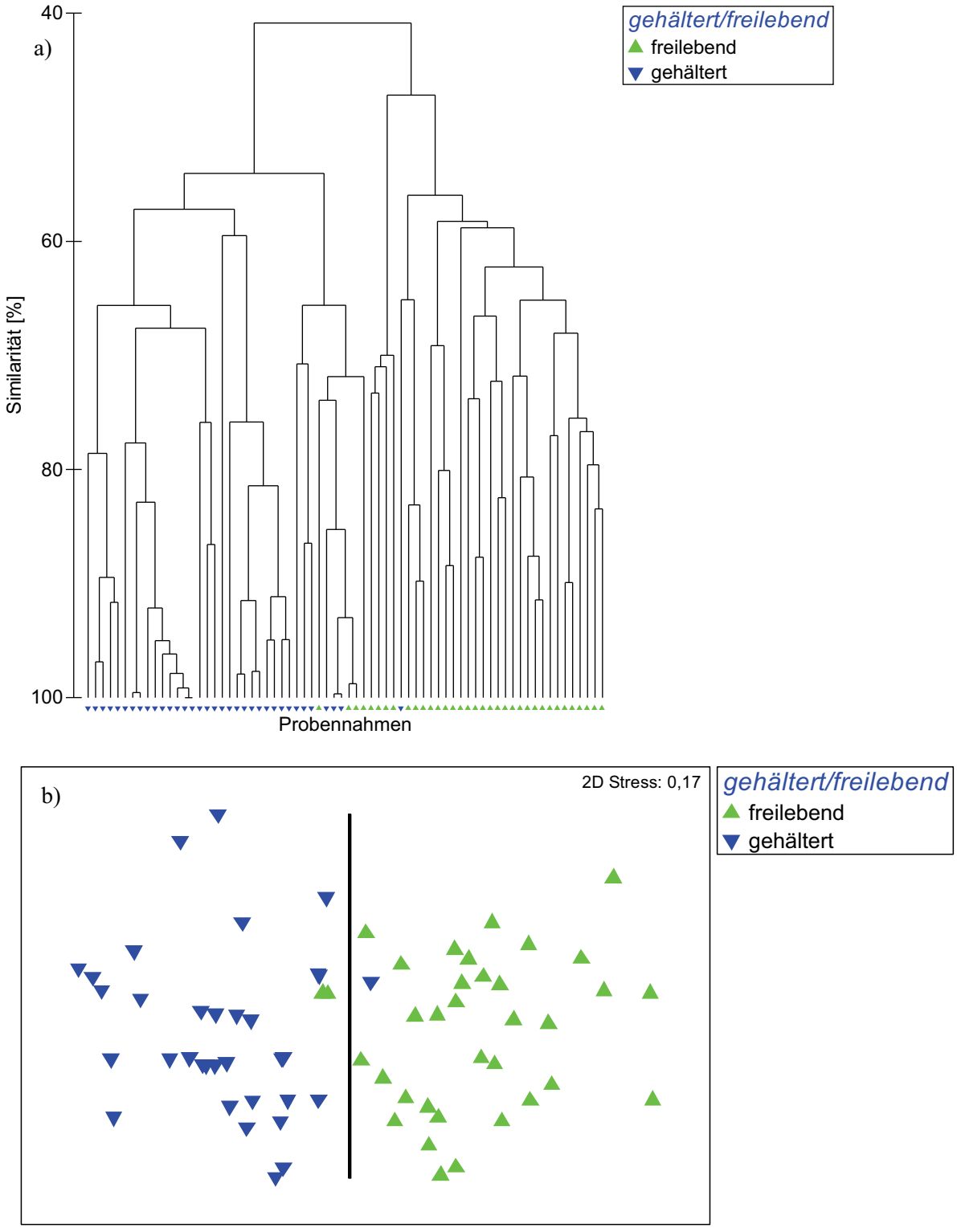


Abbildung 58: a) Cluster-Analyse und b) MDS Plot der Probennahmen von freilebenden *Epinephelus fuscoguttatus* (grün) aus Ringgung in 2003 (Rückert 2006, Rückert et al. 2009c) und gehälterten *E. fuscoguttatus* (blau) aus den Gewässern der Tausend Inseln in 2008/09, basierend auf den Parasitenabundanzen.

4.7 Visuelle Integration verschiedener Parameter (Stargraphen)

Im Folgenden werden die während dieser Untersuchung genutzten ökologischen Parameter visuell in einen Stargraphen integriert (Kapitel 3.6, 3.6.1). Durch die Anwendung dieses Systems auf kommerziell wichtige Fischarten (u.a. *Epinephelus coioides* und *E. fuscoguttatus*) in den jeweils unterschiedlich belasteten und beeinflussten Gebieten (Segara Anakan, Bali, Tausend Inseln) werden die Parameter auf ihre Eignung zur Bioindikatorfunktion getestet. Dargestellt werden die Stargraphen getrennt nach Fischarten. Je nach Gegenüberstellung der einzelnen Stargraphen kann zwischen den Graphen verschiedener Gebiete die Regionalität oder die Annualität verschiedener Jahre näher veranschaulicht werden. In den Kapiteln 4.7.5 und 4.7.6 werden Stargraphen ausgewählter Probennahmen als Einzeldarstellung zur Visualisierung der Regionalität und Annualität, entsprechend der ersten beiden Arbeitshypothesen, zusammengeführt. Die in Tabelle 7 angegebenen Vergleichsdaten vorangegangener Probennahmen werden an den jeweiligen Stellen dieser Untersuchung platziert und dienen dem direkten visuellen Vergleich mit den Daten der aktuellen Studie. Zum besseren Verständnis der Integration der genutzten Parameter werden beispielhaft die ersten beiden Versionen der oberen Parameter der ersten Probennahme von *Epinephelus coioides* aus der Segara Anakan Area 3 in 2007/08 in eine Matrize übertragen (Abb. 59) (Stargraph siehe Abb. 60a, b).

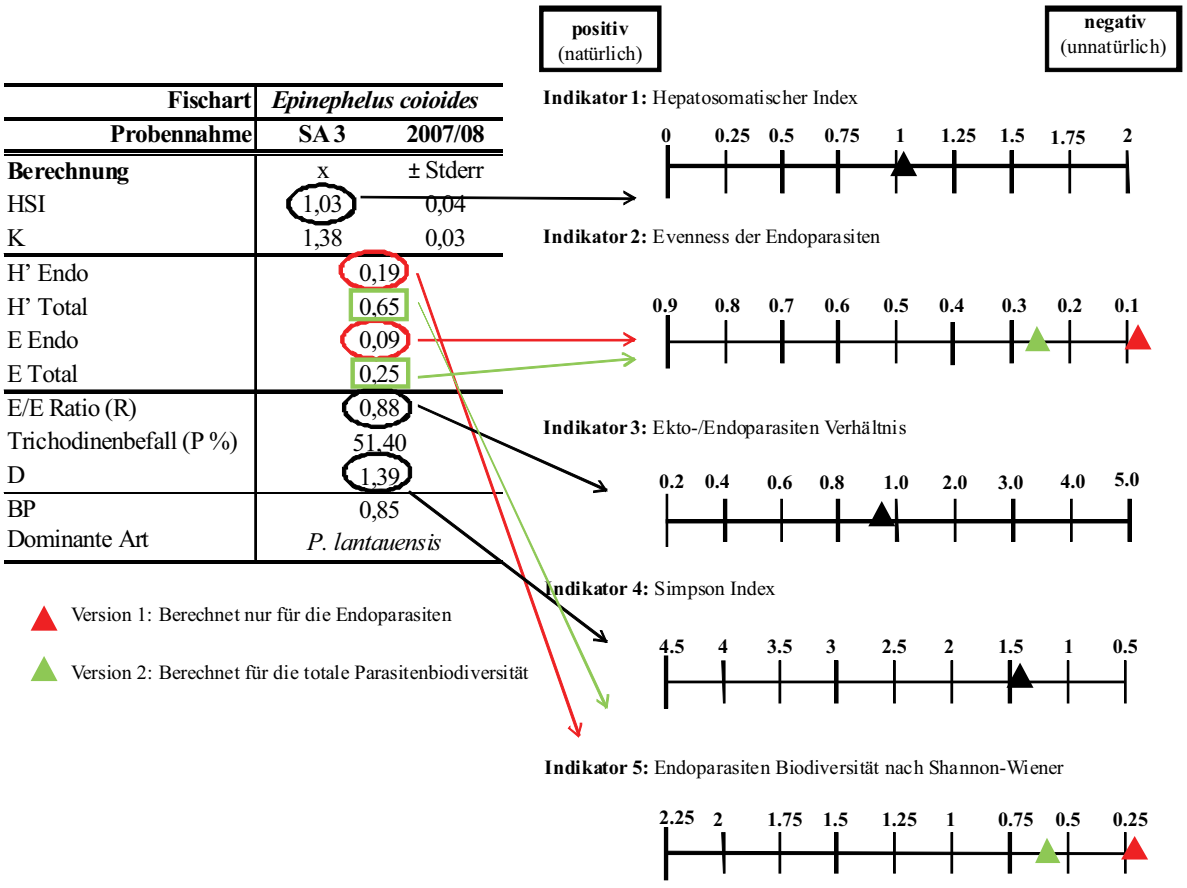
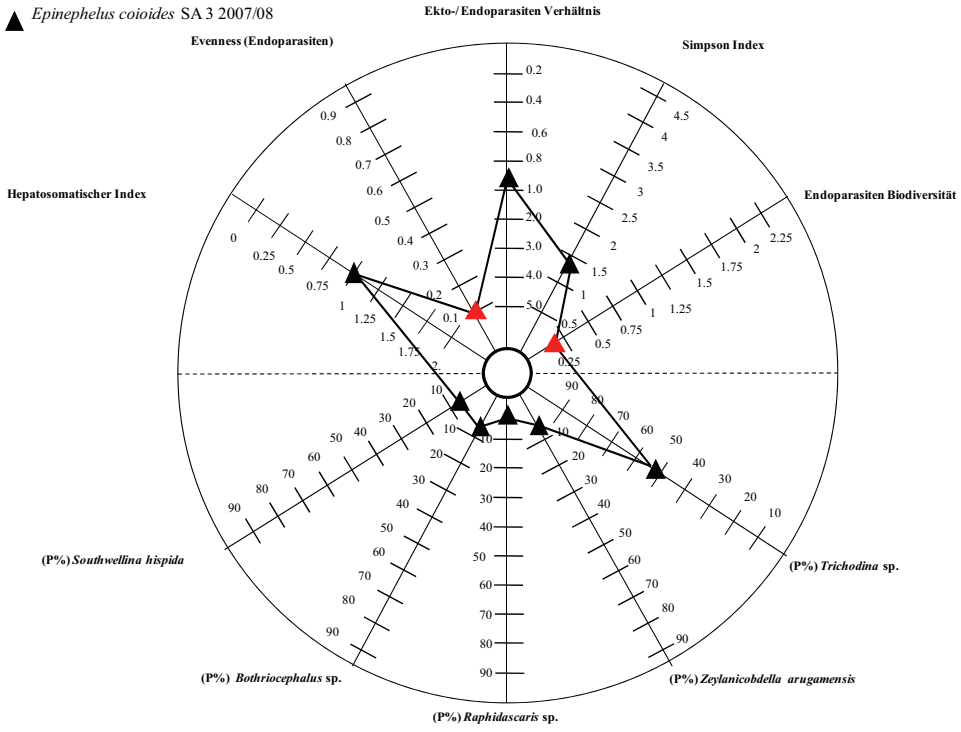


Abbildung 59: Integration der ersten beiden Versionen der oberen Parameter von *Epinephelus coioides* aus der Segara Anakan Area 3 in 2007/08 von der Tabelle in die Matrize.

4.7.1 Stargraphen *Epinephelus coioides* (freilebend)

a)



b)

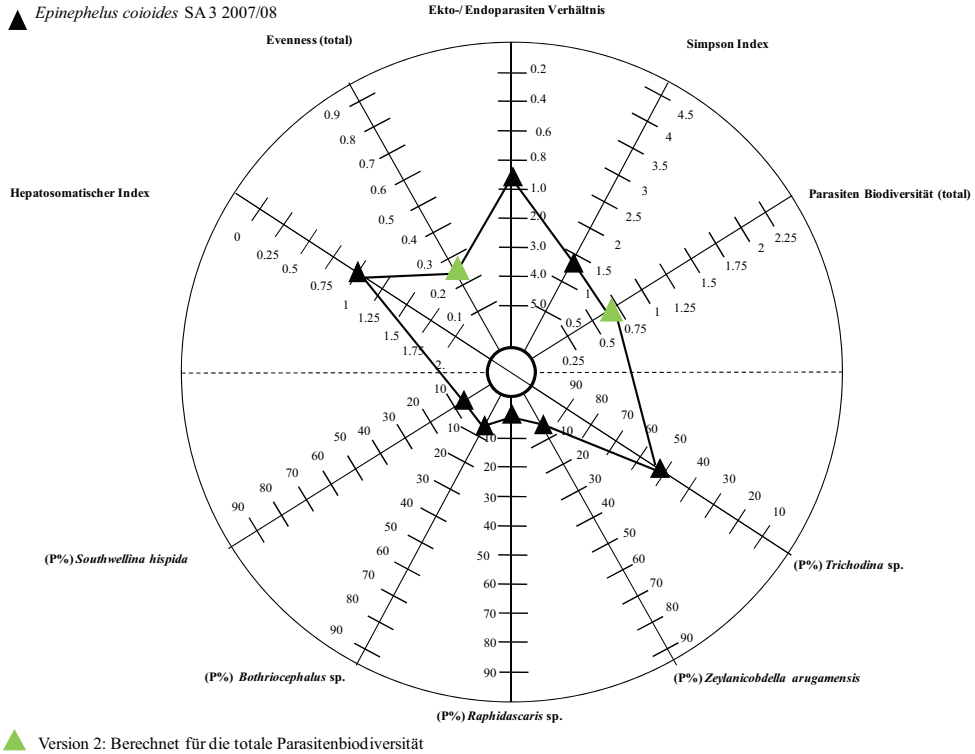
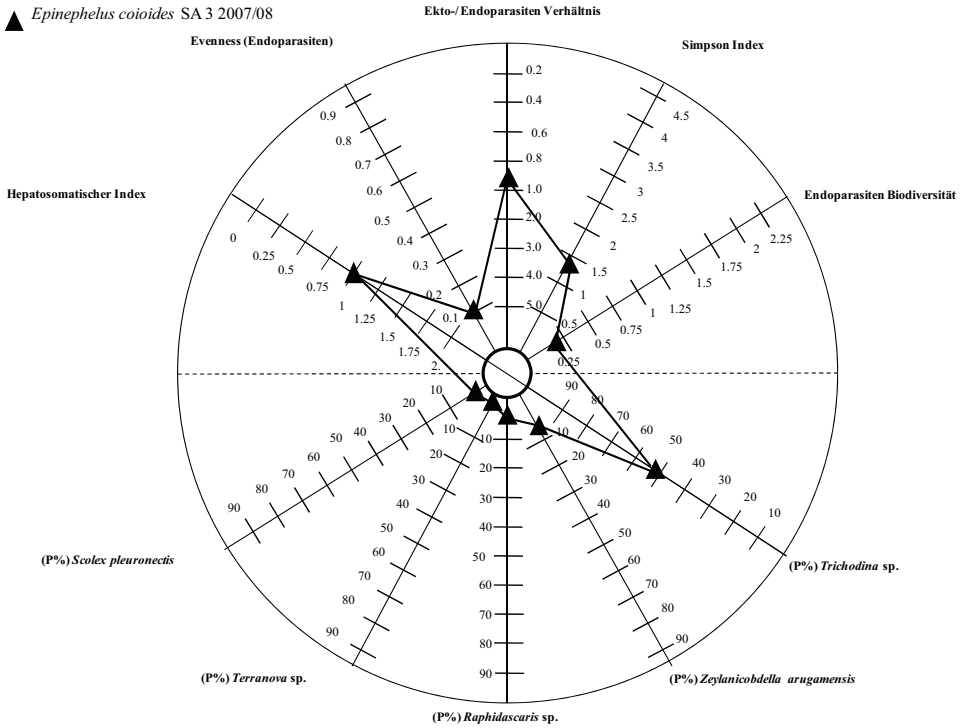


Abbildung 60: Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter (Hepatosomatischer Index, Evenness der Endoparasiten (a), Evenness (total) (b), Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Endoparasitenbiodiversität (a), Parasitenbiodiversität (total) (b), Prävalenzen in %: *Trichodina* sp., *Zeylanicobdella arugamensis, Raphidascaris* sp., *Bothriocephalus* sp., *Southwellina hispida*) der Probennahme von *Epinephelus coioides* aus der Segara Anakan Area 3 in 2007/08 (Version 1 und 2). SA: Segara Anakan.

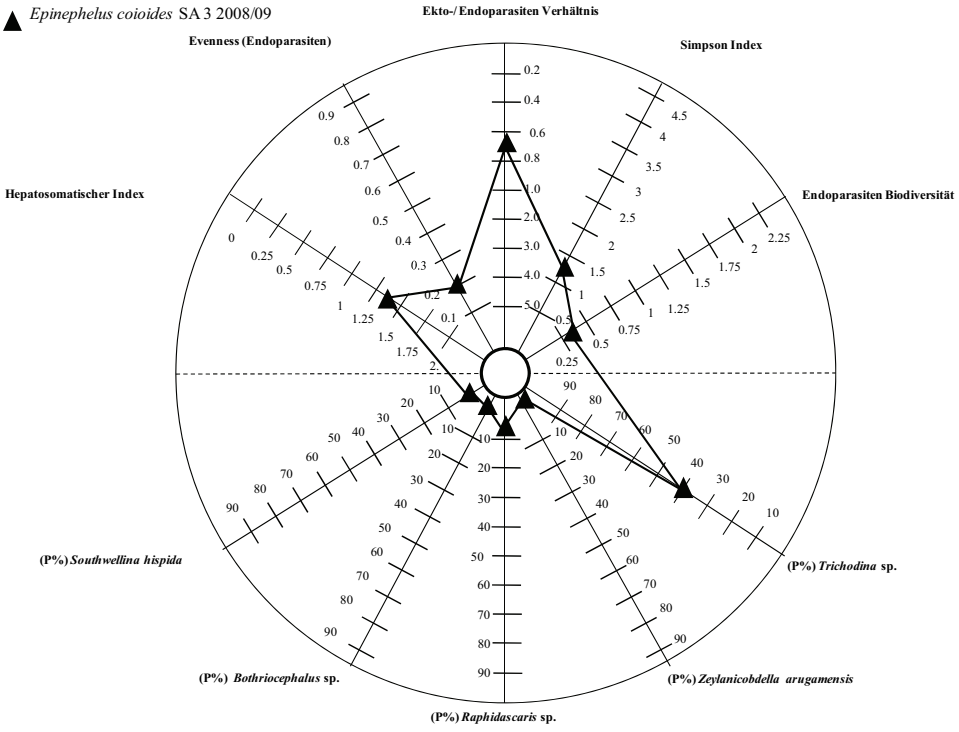


Version 3: Oberer Teil wie Version 1 unterer Teil mit anderen Parasitenprävalenzen

Abbildung 61: Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter (Hepatosomatischer Index, Evenness der Endoparasiten, Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Endoparasitenbiodiversität, Prävalenzen in %: *Trichodina* sp., *Zeylanicobdella arugamensis, Raphidascaris* sp., *Terranova* sp., *Scolex pleuronectis*) der Probennahme von *Epinephelus coioides* aus der Segara Anakan Area 3 in 2007/08 (Version 3). SA: Segara Anakan.

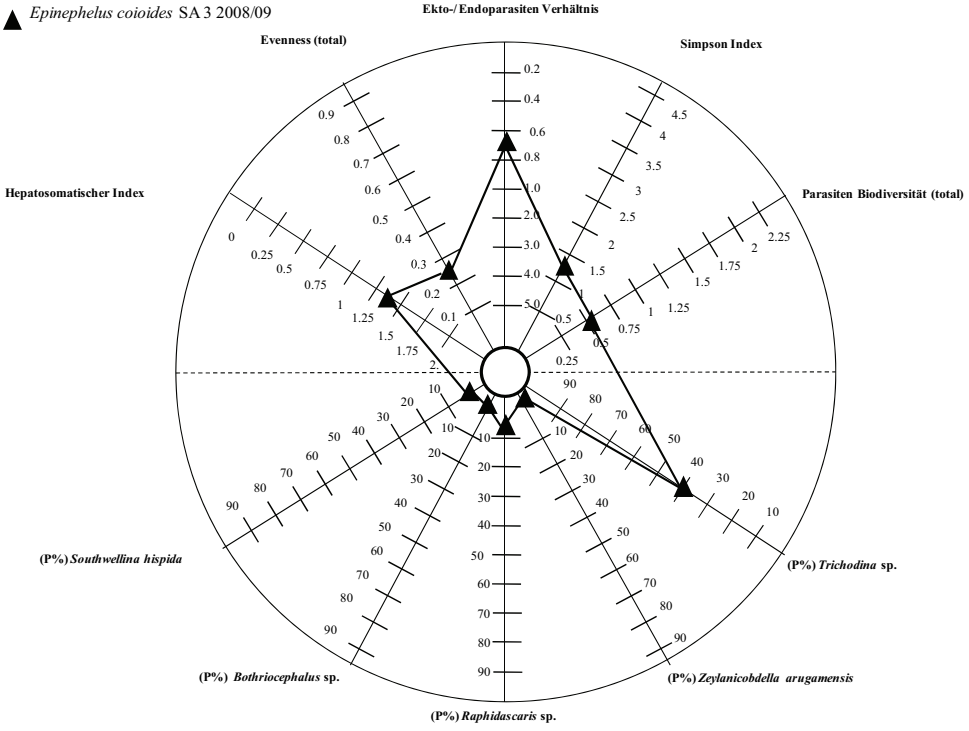
Die drei Versionen des Stargraphen der Probennahme von ***Epinephelus coioides*** aus der **Segara Anakan in Area 3** des ersten Untersuchungsjahres zeigen eine deutliche Orientierung sämtlicher Parameter zum Zentrum des Stargraphen hin. Dies zeigt sich verstärkt bei Version 1 und 3, welche beide im oberen Bereich der Parameter, mit dem Evenness der Endoparasiten und der Endoparasitendiversität berechnet wurden. Innerhalb der jeweiligen Stargraphen ist eine starke Schwankung von einem zum anderen Parameter sichtbar. Die Parameter Hepatosomatischer Index, Ekto-/Endoparasiten Verhältnis und *Trichodina* sp. zeigen den stärksten Ausschlag zum Rand des Stargraphen hin, während die anderen Parasitenprävalenzen, der Evenness der Endoparasiten und der Endoparasitendiversität zum Zentrum orientiert sind (Abb. 60-61).

a)



Version 1

b)



Version 2

Abbildung 62: Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter (Hepatosomatischer Index, Evenness der Endoparasiten (a), Evenness (total) (b), Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Endoparasitenbiodiversität (a), Parasitenbiodiversität (total) (b), Prävalenzen in %: *Trichodina* sp., *Zeylanicobdella arugamensis, Raphidascaris* sp., *Bothriocephalus* sp., *Southwellina hispida*) der Probennahme von *Epinephelus coioides* aus der Segara Anakan Area 3 in 2008/09 (Version 1 und 2). SA: Segara Anakan.

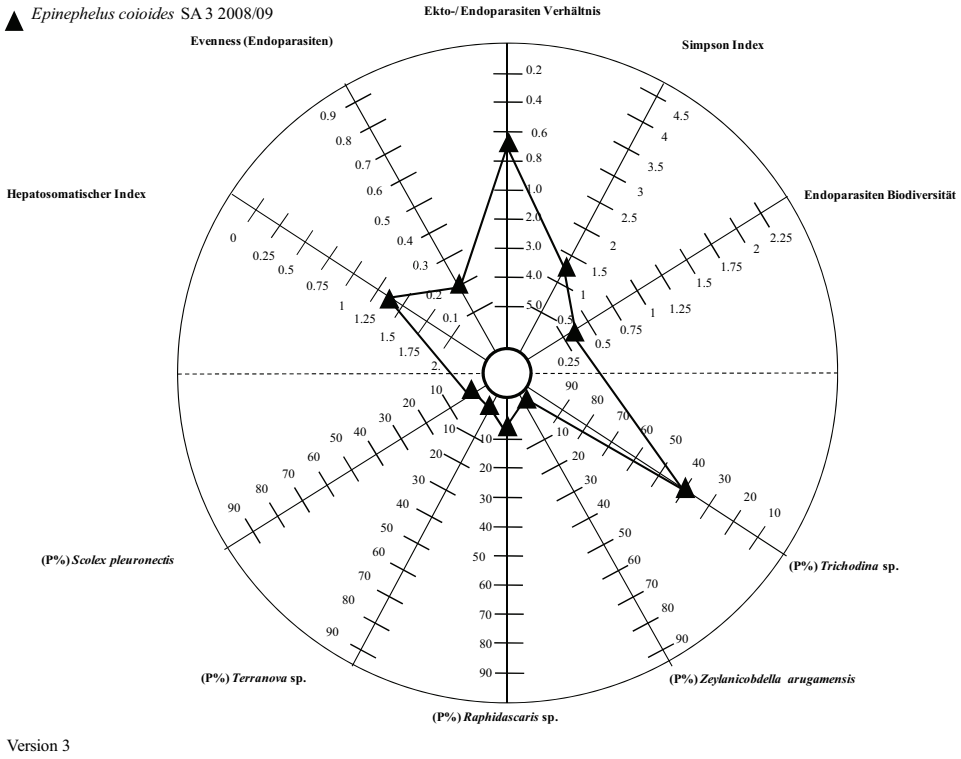
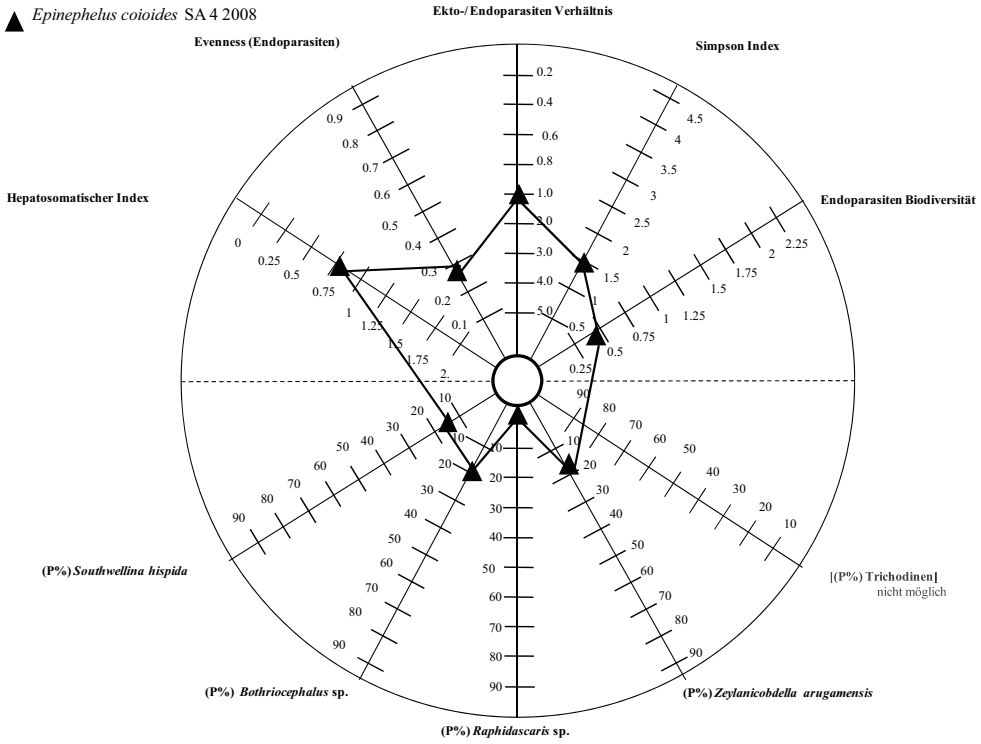


Abbildung 63: Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter (Hepatosomatischer Index, Evenness der Endoparasiten, Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Endoparasitenbiodiversität, Prävalenzen in %: *Trichodina* sp., *Zeylanicobdella arugamensis, Raphidascaris* sp., *Terranova* sp., *Scolex pleuronectis*) der Probennahme von *Epinephelus coioides* aus der Segara Anakan Area 3 in 2008/09 (Version 3). SA: Segara Anakan.

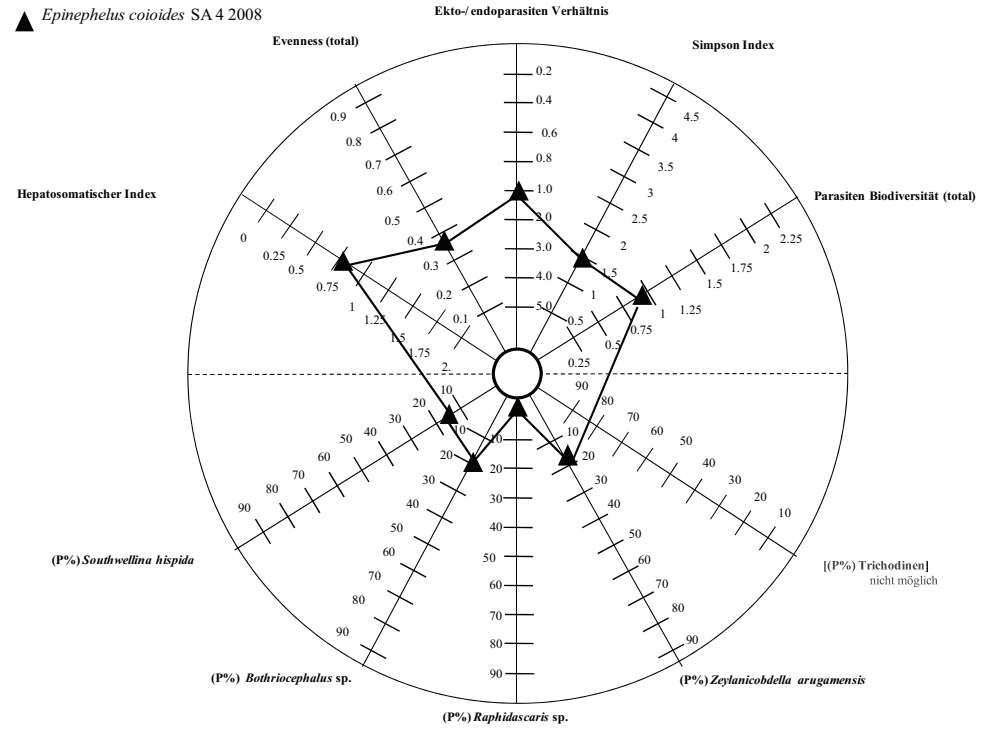
Im zweiten Untersuchungsjahr von ***Epinephelus coioides*** der **Segara Anakan in Area 3** sind geringfügige Schwankungen der Parameter gegenüber dem ersten Untersuchungsjahr sichtbar. Auch hier sind starke Schwankungen von einem zum anderen Parameter zu erkennen (Abb. 62-63). Die Verteilung der einzelnen Parameter im System ähnelt stark denen vom ersten Untersuchungsjahr (Abb. 60-61).

a)



Version 1

b)



Version 2

Abbildung 64: Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter (Hepatosomatischer Index, Evenness der Endoparasiten (a), Evenness (total) (b), Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Endoparasitenbiodiversität (a), Parasitenbiodiversität (total) (b), Prävalenzen in %: *Zeylanicobdella arugamensis, Raphidascaris* sp., *Bothriocephalus* sp., *Southwellina hispida*) der Probennahme von *Epinephelus coioides* aus der Segara Anakan Area 4 in 2008 (Version 1 und 2). SA: Segara Anakan.

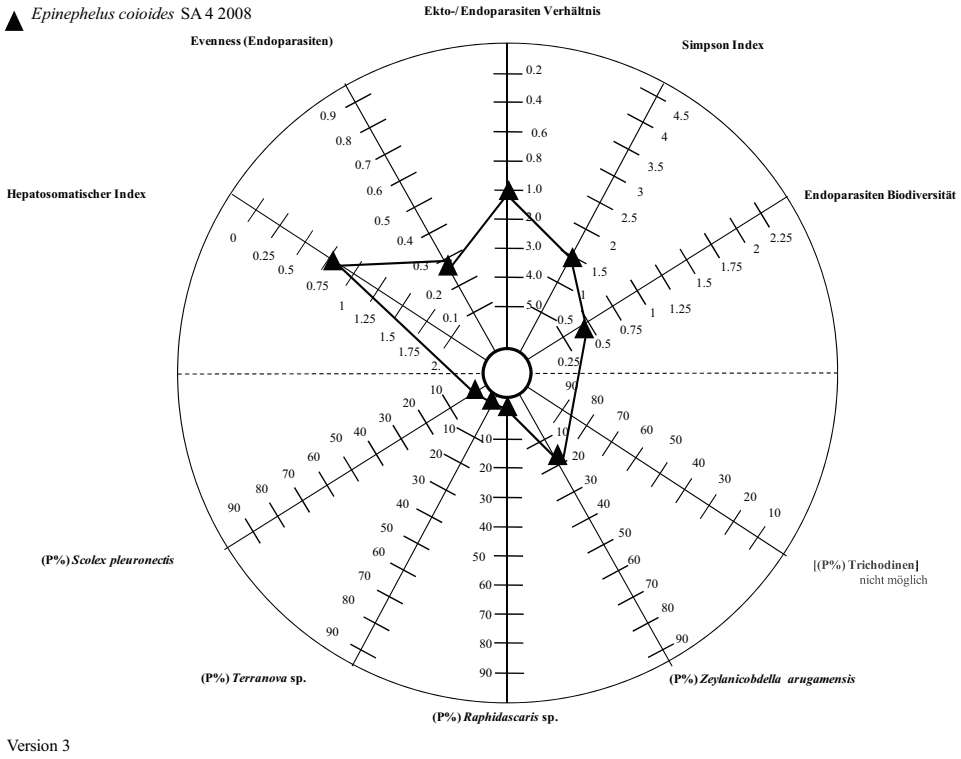
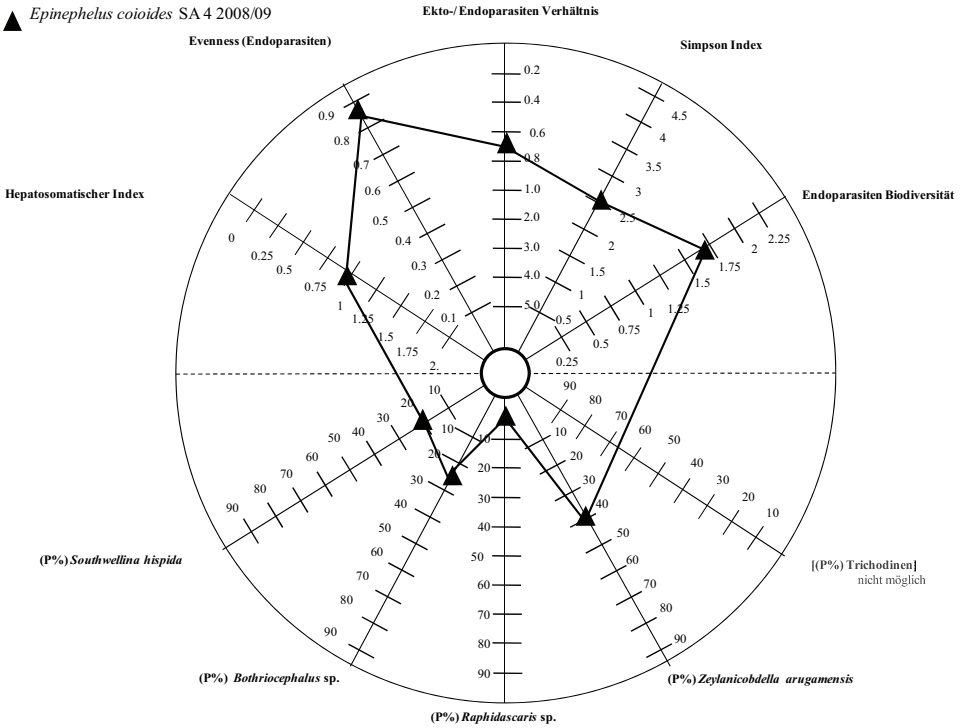


Abbildung 65: Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter (Hepatosomatischer Index, Evenness der Endoparasiten, Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Endoparasitenbiodiversität, Prävalenzen in %: *Zeylanicobdella arugamensis, Raphidascaris* sp., *Terranova* sp., *Scolex pleuronectis*) der Probennahme von *Epinephelus coioides* aus der Segara Anakan Area 4 in 2008 (Version 3). SA: Segara Anakan.

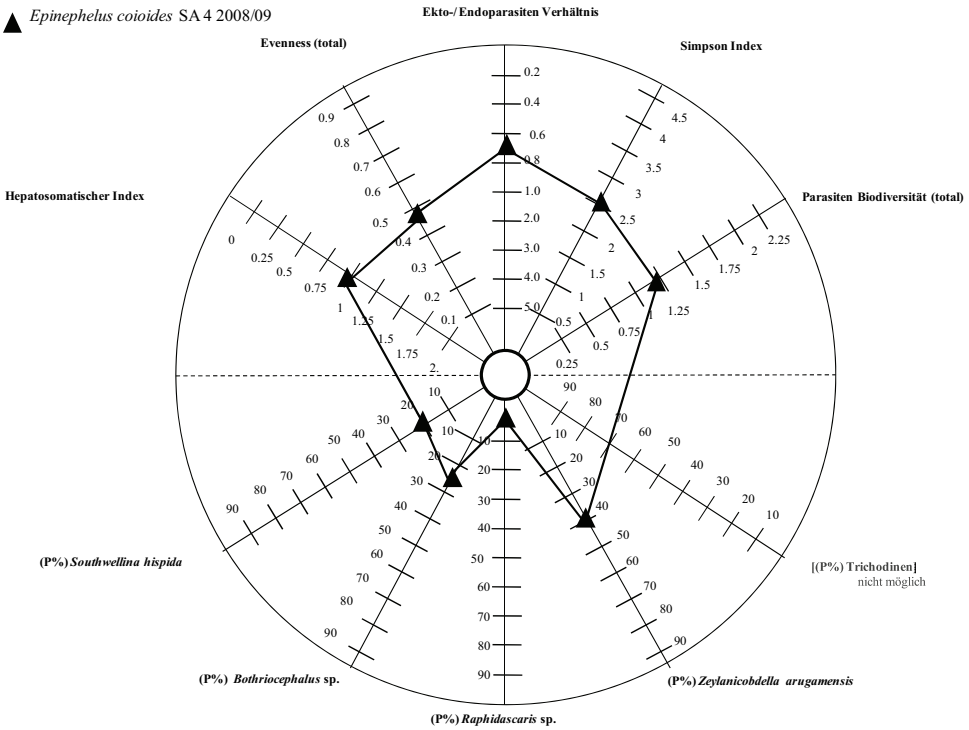
Die Stargraphen der Probennahme von ***Epinephelus coioides*** aus der **Segara Anakan in Area 4** des ersten Untersuchungsjahres ähneln denen der Segara Anakan in Area 3 (Abb. 60-63). Die Schwankung der Parameter innerhalb der Stargraphen ist weniger stark ausgeprägt. Trotz geringerer Schwankungen der Parameter fallen der Hepatosomatischer Index und die Prävalenz von *Zeylanicobdella arugamensis*, mit ihrer Orientierung nach außen, auf (Abb. 64-65).

a)



Version 1

b)



Version 2

Abbildung 66: Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter (Hepatosomatischer Index, Evenness der Endoparasiten (a), Evenness (total) (b), Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Endoparasitenbiodiversität (a), Parasitenbiodiversität (total) (b), Prävalenzen in %: *Zeylanicobdella arugamensis, Raphidascaris* sp., *Bothriocephalus* sp., *Southwellina hispida*) der Probennahme von *Epinephelus coioides* aus der Segara Anakan Area 4 in 2008/09 (Version 1 und 2). SA: Segara Anakan.

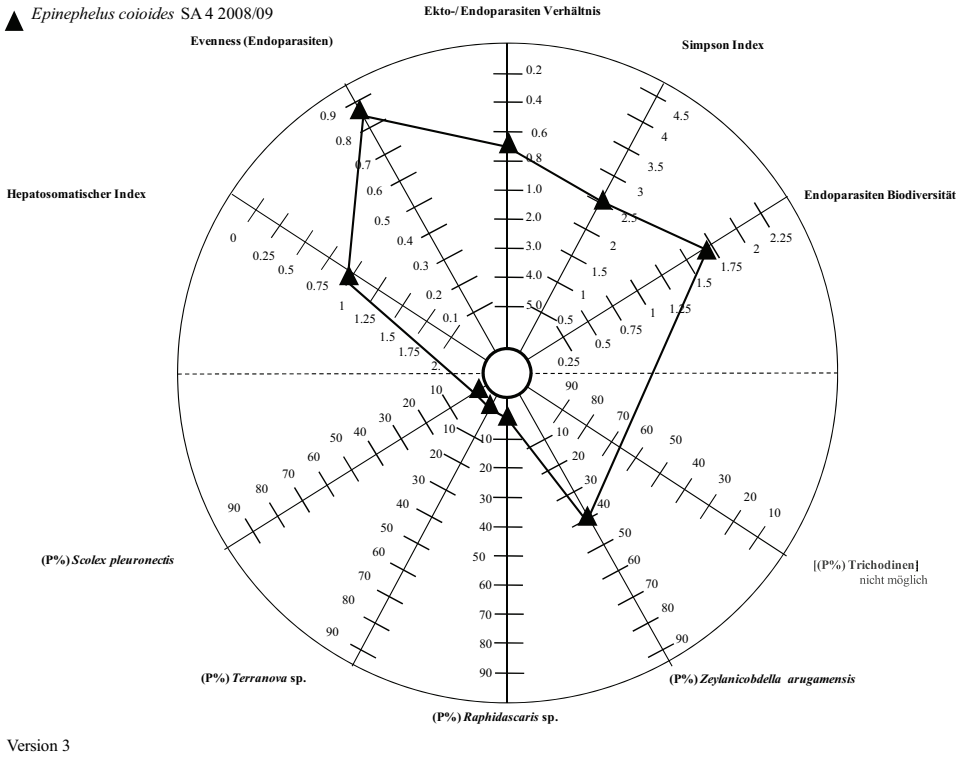
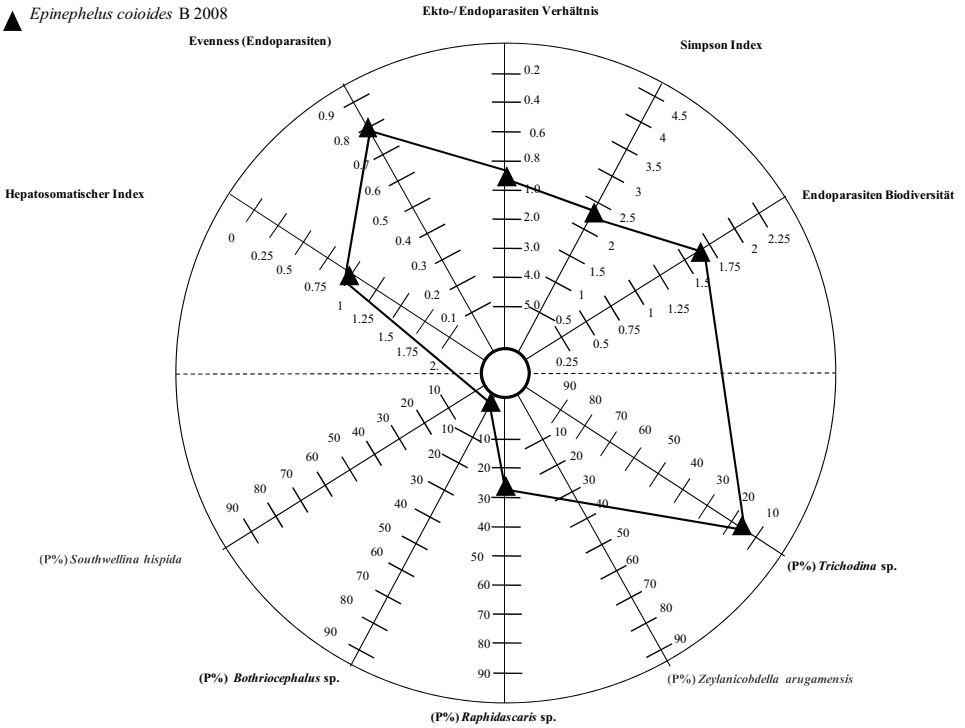


Abbildung 67: Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter (Hepatosomatischer Index, Evenness der Endoparasiten, Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Endoparasitenbiodiversität, Prävalenzen in %: *Zeylanicobdella arugamensis, Raphidascaris* sp., *Terranova* sp., *Scolex pleuronectis*) der Probennahme von *Epinephelus coioides* aus der Segara Anakan Area 4 in 2008/09 (Version 3). SA: Segara Anakan.

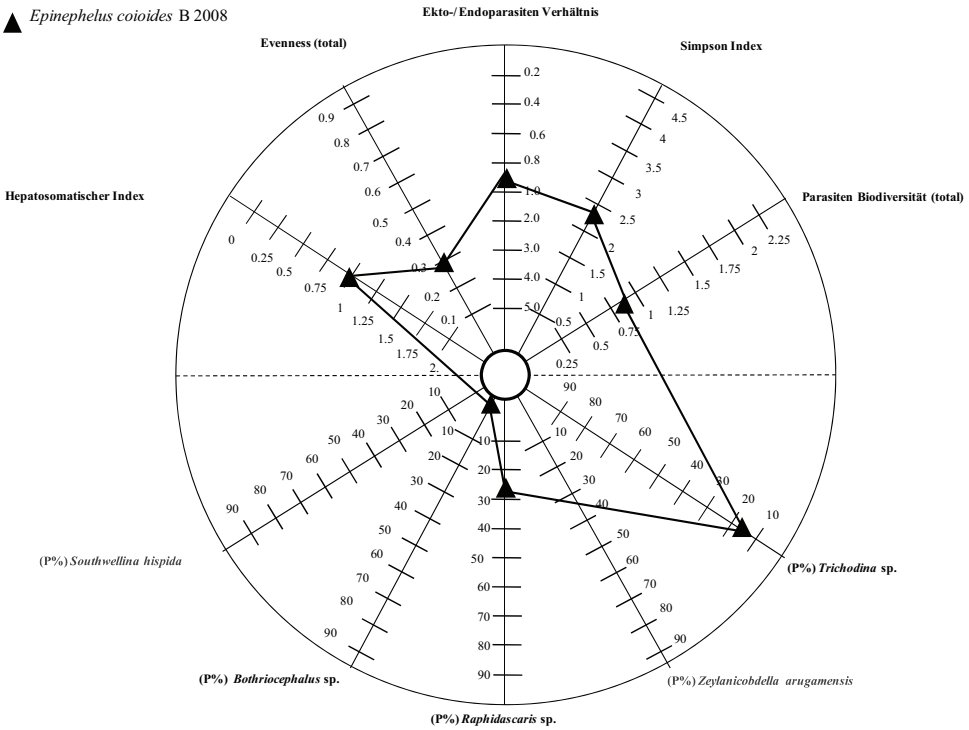
Die Stargraphen der ***Epinephelus coioides*** aus der **Segara Anakan Area 4** im zweiten Untersuchungsjahr ähneln eher den Stargraphen von Bali des ersten Untersuchungsjahres. Die Parameter sind deutlich weiter außen, zum Rand hin orientiert als im Vorjahr. Auch sind kaum Schwankungen der Parameter innerhalb der Stargraphen sichtbar. Besonders die oberen Parameter Hepatosomatischer Index, Evenness, Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Diversitätsindex nach Shannon-Wiener und die Prävalenz von *Zeylanicobdella arugamensis* sind zum Rand des Stargraphen angeordnet (Abb. 66-67, 68-69).

a)



Version 1

b)



Version 2

Abbildung 68: Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter (Hepatosomatischer Index, Evenness der Endoparasiten (a), Evenness (total) (b), Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Endoparasitenbiodiversität (a), Parasitenbiodiversität (total) (b), Prävalenzen in %: *Trichodina* sp., *Raphidascaris* sp., *Bothriocephalus* sp.) der Probennahme von *Epinephelus coioides* aus Bali in 2008 (Version 1 und 2). B: Bali.

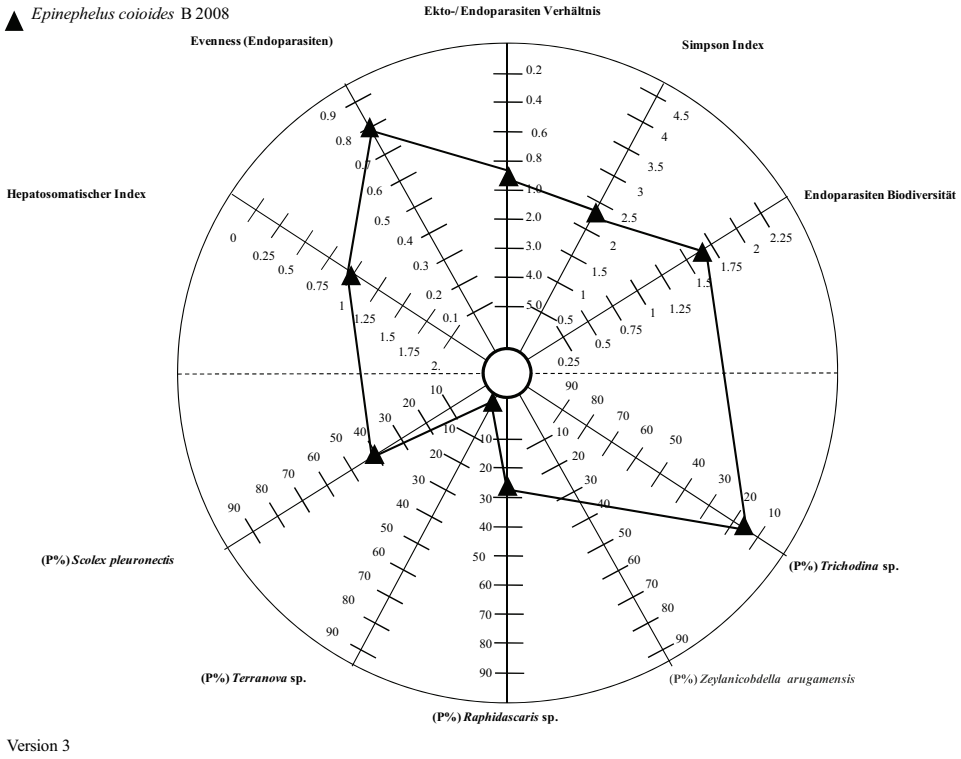
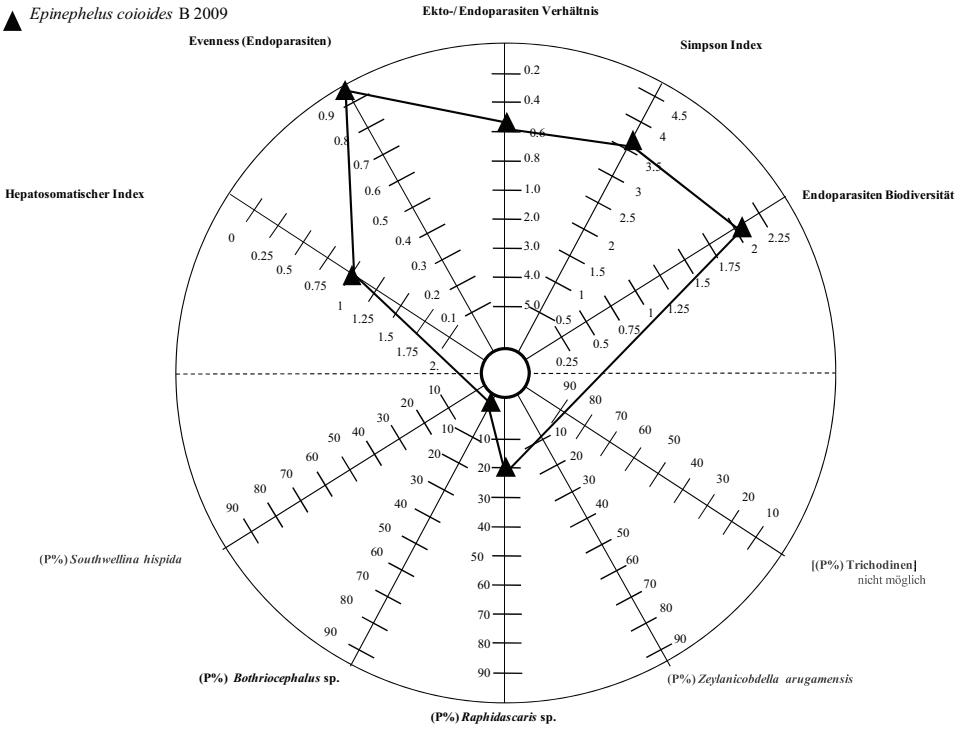


Abbildung 69: Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter (Hepatosomatischer Index, Evenness der Endoparasiten, Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Endoparasitenbiodiversität, Prävalenzen in %: *Trichodina* sp., *Raphidascaris* sp., *Terranova* sp., *Scolex pleuronectis*) der Probennahme von *Epinephelus coioides* aus Bali in 2008 (Version 3). B: Bali.

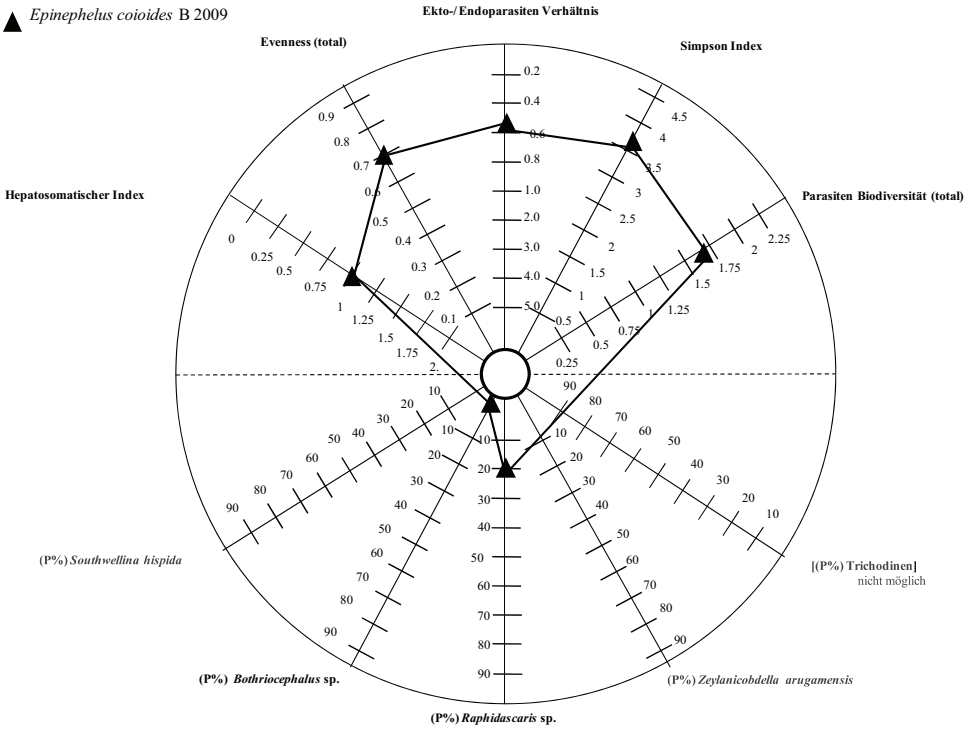
Bei den Stargraphen der ***Epinephelus coioides*** des ersten Untersuchungsjahres **balinesischer Gewässer** ist im Vergleich zu denen der Segara Anakan 3 eine deutliche Lokalisation der Parameter im Randbereich, besonders der oberen Systemparameter, ähnlich wie im zweiten Untersuchungsjahr aus dem Gebiet der Segara Anakan Area 4, zu beobachten (Abb. 66-67). Innerhalb der ersten und der dritten Version sind kaum Schwankungen der Parameter zu sehen. Zusätzlich zu den nach außen orientierten, oberen Parametern sind auch die Prävalenz von *Raphidascaris* sp. und *Trichodina* sp. dementsprechend lokalisiert (Abb. 68-69).

a)



Version 1

b)



Version 2

Abbildung 70: Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter (Hepatosomatischer Index, Evenness der Endoparasiten (a), Evenness (total) (b), Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Endoparasitenbiodiversität (a), Parasitenbiodiversität (total) (b), Prävalenzen in %: *Raphidascaris* sp., *Bothriocephalus* sp.) der Probennahme von *Epinephelus coioides* aus Bali in 2009 (Version 1 und 2). B: Bali.

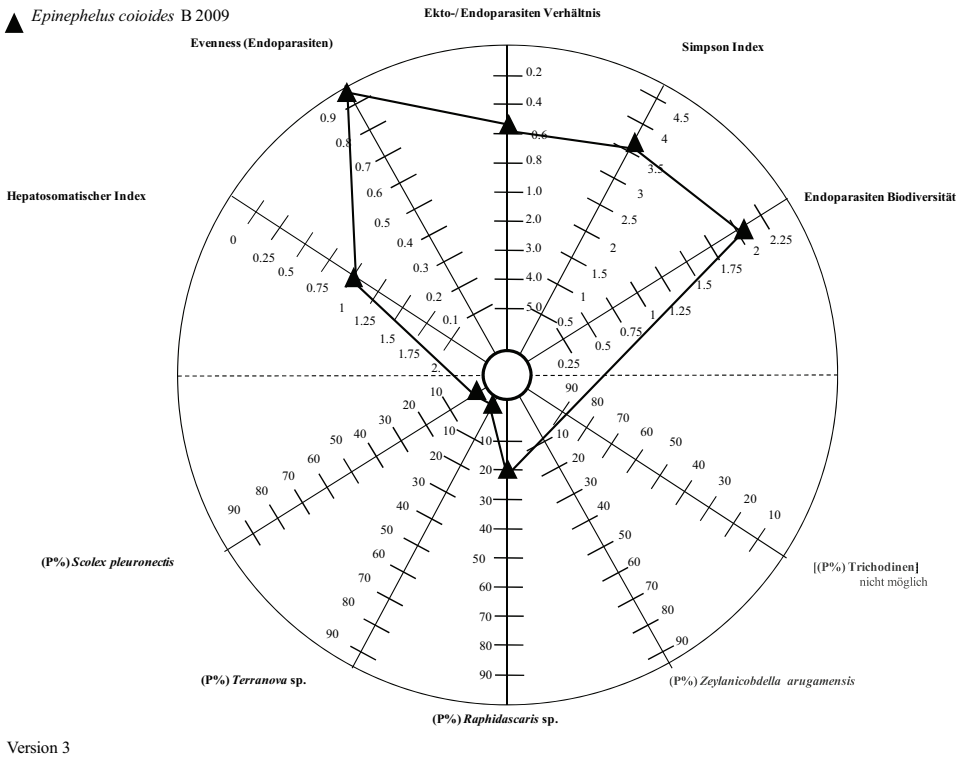
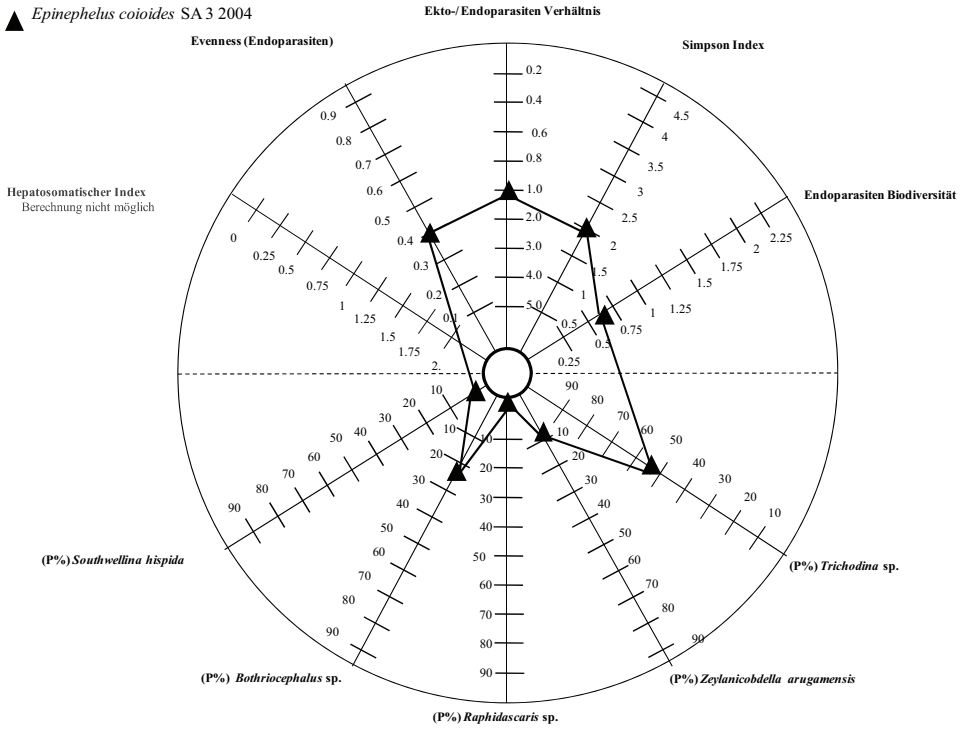


Abbildung 71: Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter (Hepatosomatischer Index, Evenness der Endoparasiten, Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Endoparasitenbiodiversität, Prävalenzen in %: *Raphidascaris* sp., *Terranova* sp., *Scolex pleuronectis*) der Probennahme von *Epinephelus coioides* aus Bali in 2009 (Version 3). B: Bali.

Die Stargraphen der ***Epinephelus coioides*** aus **Bali** des zweiten Untersuchungsjahres zeigen besonders bei den oberen Systemparametern konstante, zum äußeren Rand orientierte Werte, wie dies auch schon im ersten Untersuchungsjahr dieses Gebietes der Fall war (Abb. 68-69), wobei es beim Evenness und der Diversität der Endoparasiten hier noch ausgeprägter auftritt (Abb. 70-71). Die Fläche erscheint verkleinert, da bei den unteren Parametern, aufgrund der zoogeographischen Einschränkung mancher Parasitenarten und der nicht durchführbaren Trichodinenanalysen einige Parameter nicht gezählt werden konnten. Die dargestellten Probennahmen der *E. coioides* vorangegangener Arbeiten spiegeln ein ähnliches Bild der Verteilung der Parameter im System für die freilebenden Fische aus der **Segara Anakan Area 3** in **2004** wider. Hier sind die Parameter ebenfalls zum Zentrum des Stargraphen orientiert, wie dies bereits in der vorliegenden Arbeit gezeigt werden konnte (Abb. 60-63 vs. 72). In den Kapiteln 4.7.5 und 4.7.6 ist entsprechend der ersten beiden Arbeitshypothesen der direkte regionale und annuelle Vergleich jeweils der ersten Version der Stargraphen von *E. coioides* dargestellt (Abb. 91, 93a). Die Stargraphen der freilebenden *E. coioides* aus **Ringgung** in **2003** zeigen hingegen eine deutliche Lokalisation der Parameter zum Rand des Stargraphen ähnlich wie dies bei den Stargraphen von Bali des ersten Untersuchungsjahres der vorliegenden Arbeit der Fall war (Abb. 68-69 vs. 73). Bei den **gehälterten *E. coioides*** fallen besonders der Evenness der Endoparasiten, das Ekto-/ Endoparasiten Verhältnis und die Trichodinenprävalenz auf (Abb. 74).

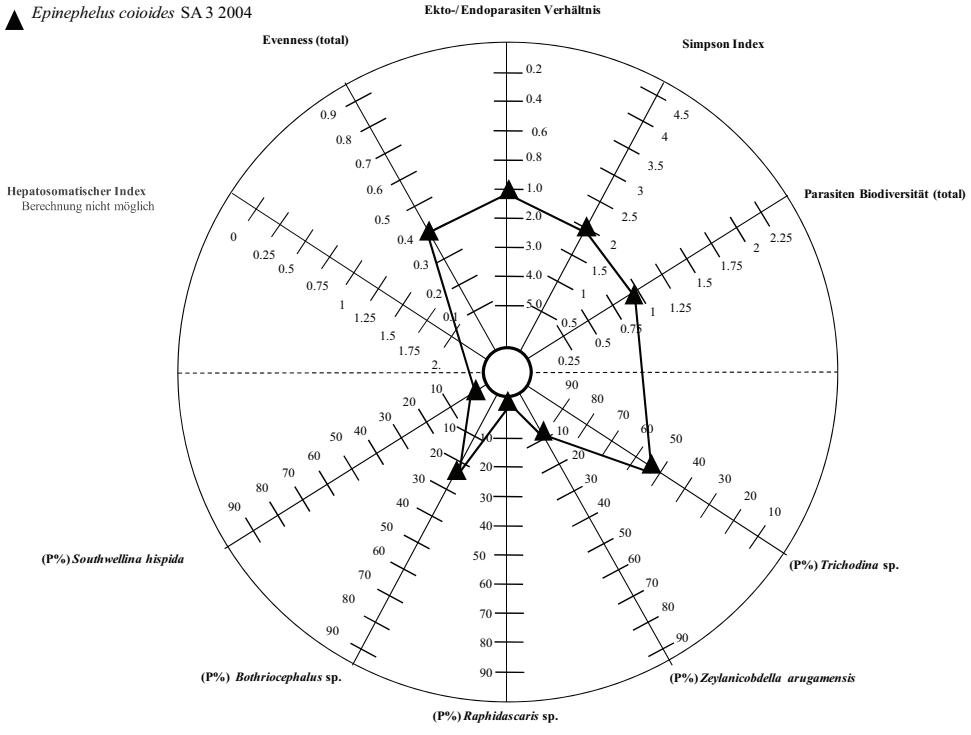
4.7.1.1 a Vergleichsdaten: Stargraphen *Epinephelus coioides* (freilebend)

a)



Version 1

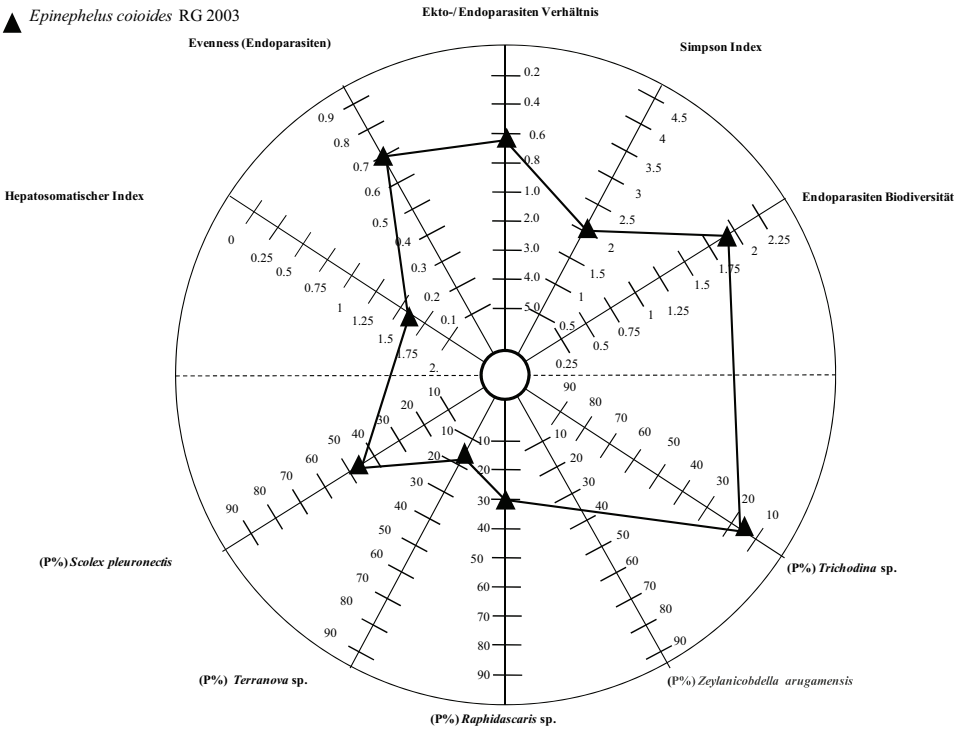
b)



Version 2

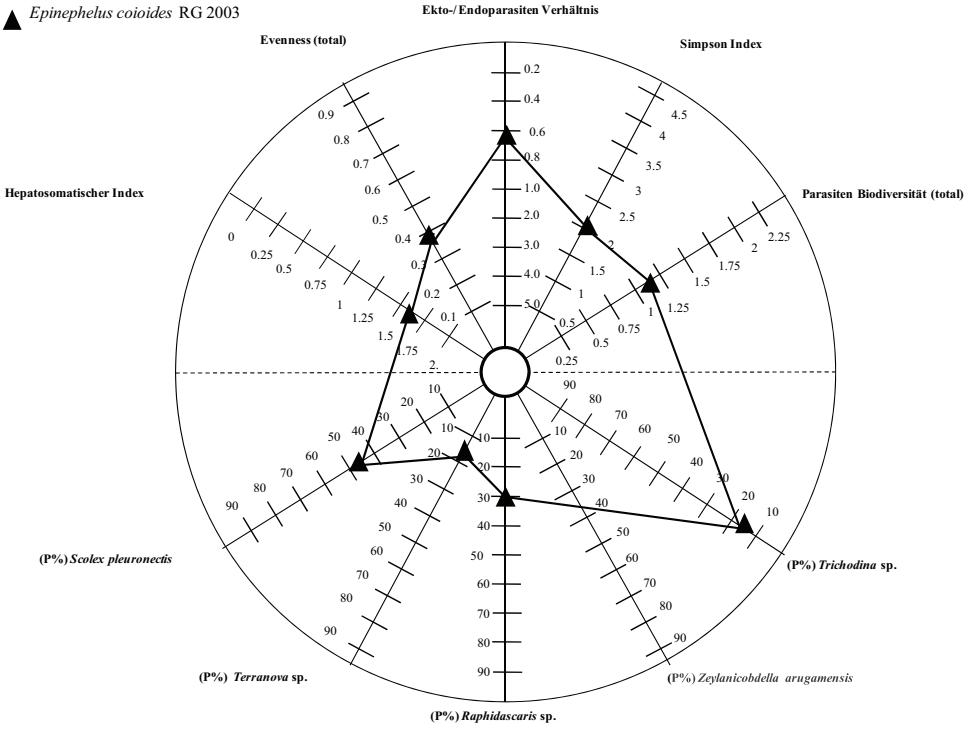
Abbildung 72: Vergleichsdaten (Yuniar 2005, Yuniar et al. 2007): Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter (Evenness der Endoparasiten (a), Evenness (total) (b), Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Endoparasitenbiodiversität (a), Parasitenbiodiversität (total) (b), Prävalenzen in %: *Trichodina* sp., *Zeylanicobdella arugamensis, Raphidascaris* sp., *Bothriocephalus* sp., *Southwellina hispida*) der Probennahme von *Epinephelus coioides* (freilebend) der Segara Anakan Area 3 in 2004 (Version 1 und 2). SA: Segara Anakan.

a)



Version 1

b)

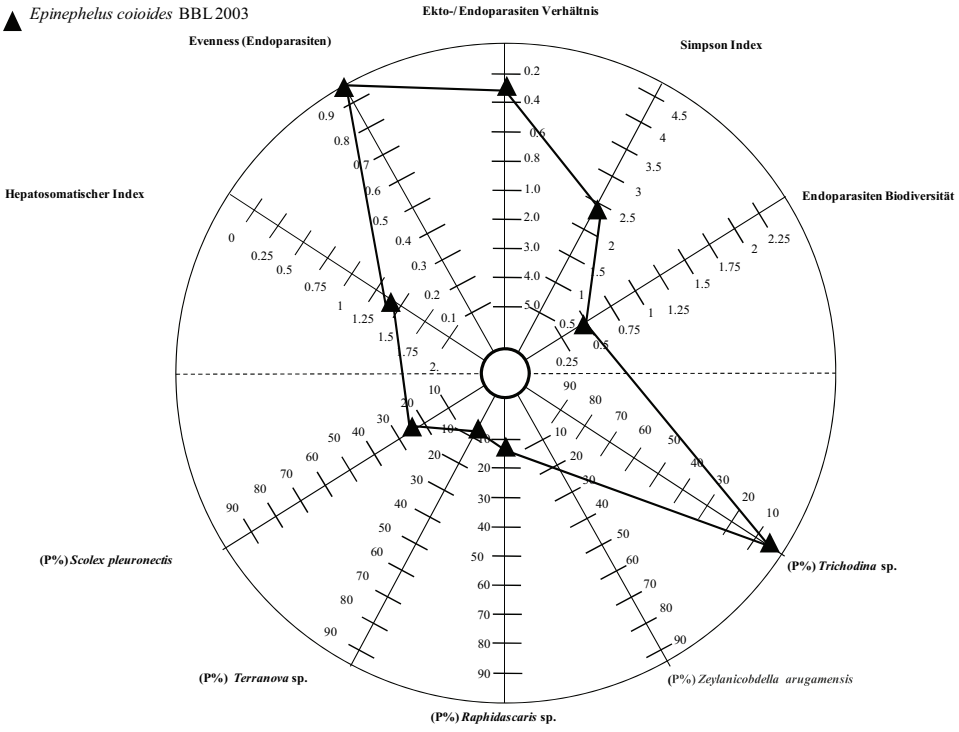


Version 2

Abbildung 73: Vergleichsdaten (Rückert 2006): Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter (Hepatosomatischer Index, Evenness der Endoparasiten (a), Evenness (total) (b), Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Endoparasitenbiodiversität (a), Parasitenbiodiversität (total) (b), Prävalenzen in %: *Trichodina* sp., *Raphidascaris* sp., *Terranova* sp., *Scolex pleuronectis*) der Probennahme von *Epinephelus coioides* (freilebend) vor Sumatra in 2003 (Version 1 und 2). RG: Ringgung.

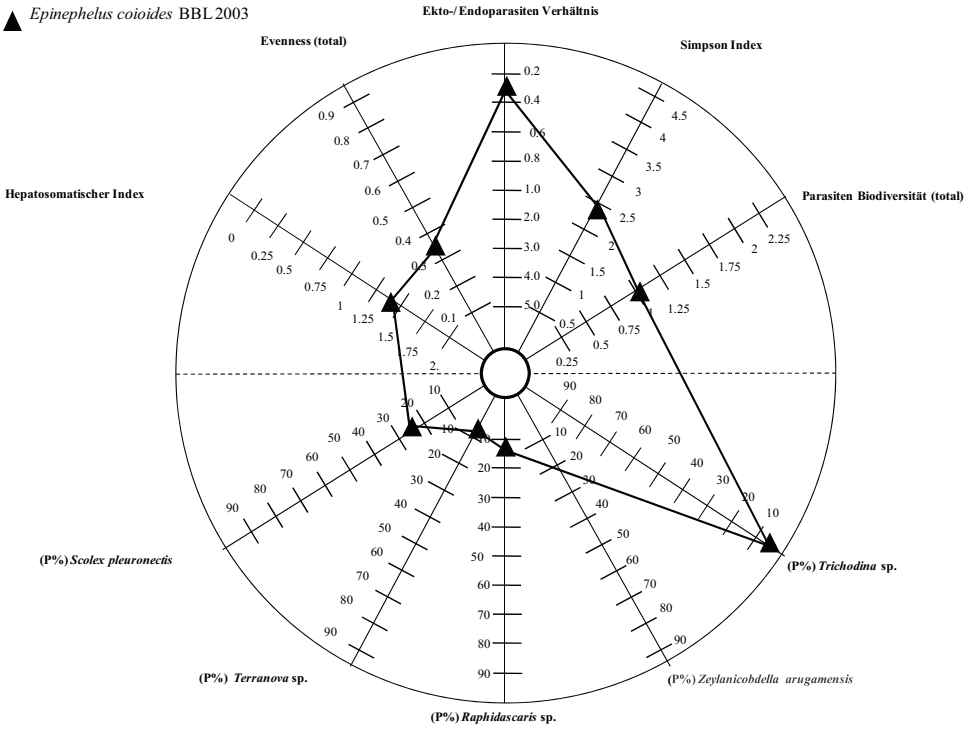
4.7.1.1 b Vergleichsdaten: Stargraphen *Epinephelus coioides* (gehältert)

a)



Version 1

b)

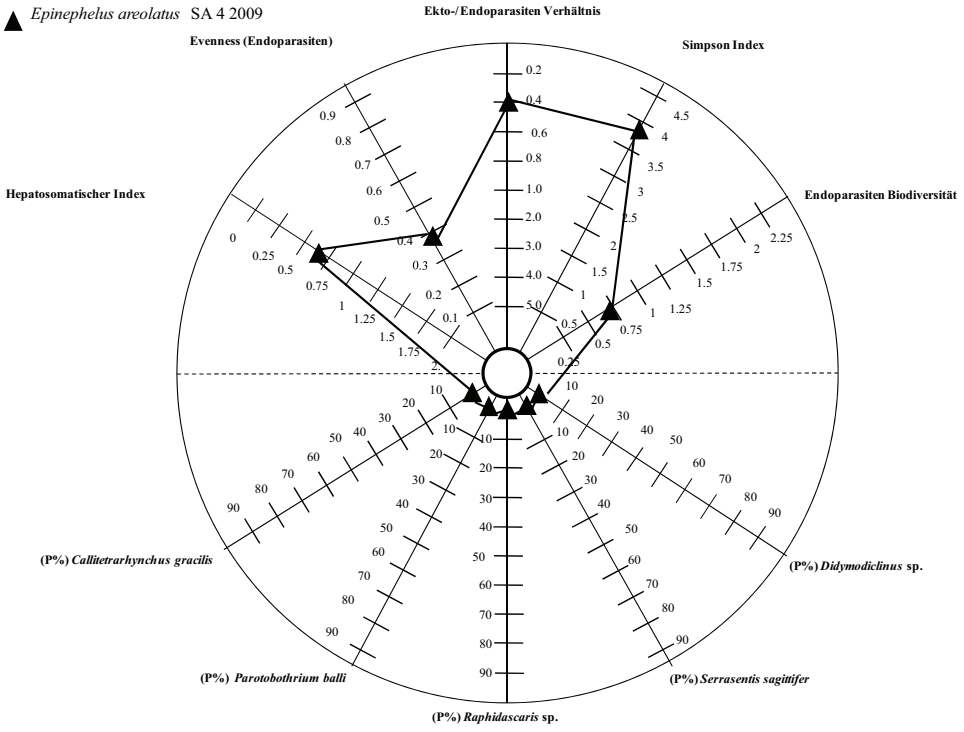


Version 2

Abbildung 74: Vergleichsdaten (Rückert 2006): Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter (Hepatosomatischer Index, Evenness der Endoparasiten (a), Evenness (total) (b), Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Endoparasitenbiodiversität (a), Parasitenbiodiversität (total) (b), Prävalenzen in %: *Trichodina* sp., *Raphidascaris* sp., *Terranova* sp., *Scolex pleuronectis*) der Probennahme von *Epinephelus coioides* (gehältert) vor Sumatra (BBL) in 2003 (Version 1 und 2). BBL: Balai Budidaya Laut.

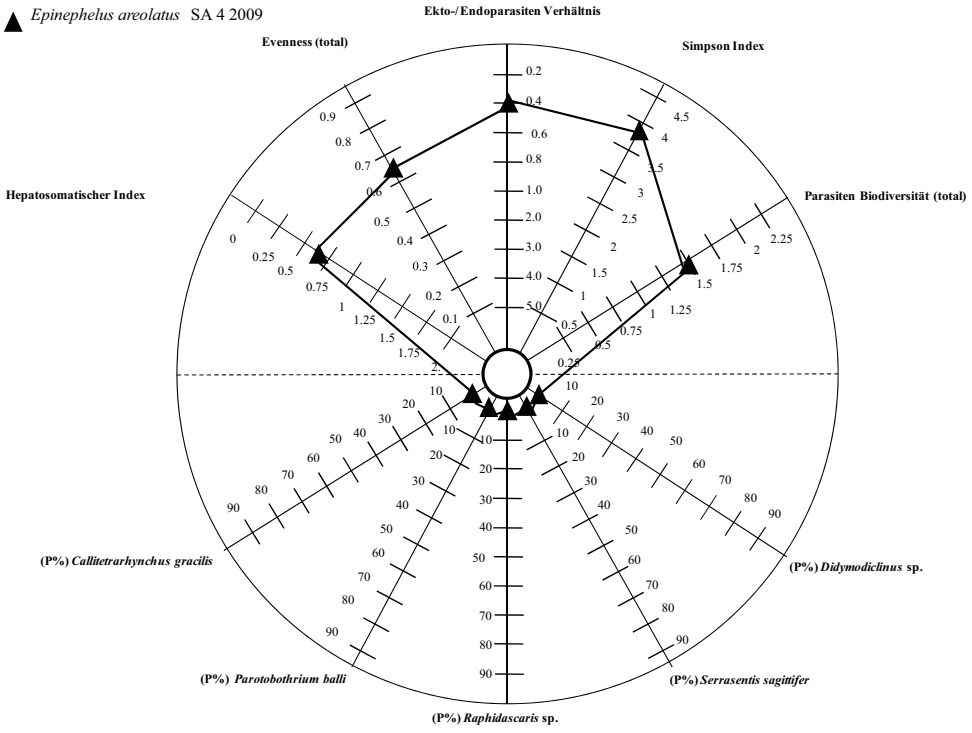
4.7.2 Stargraphen *Epinephelus areolatus* (freilebend)

a)



Version 1

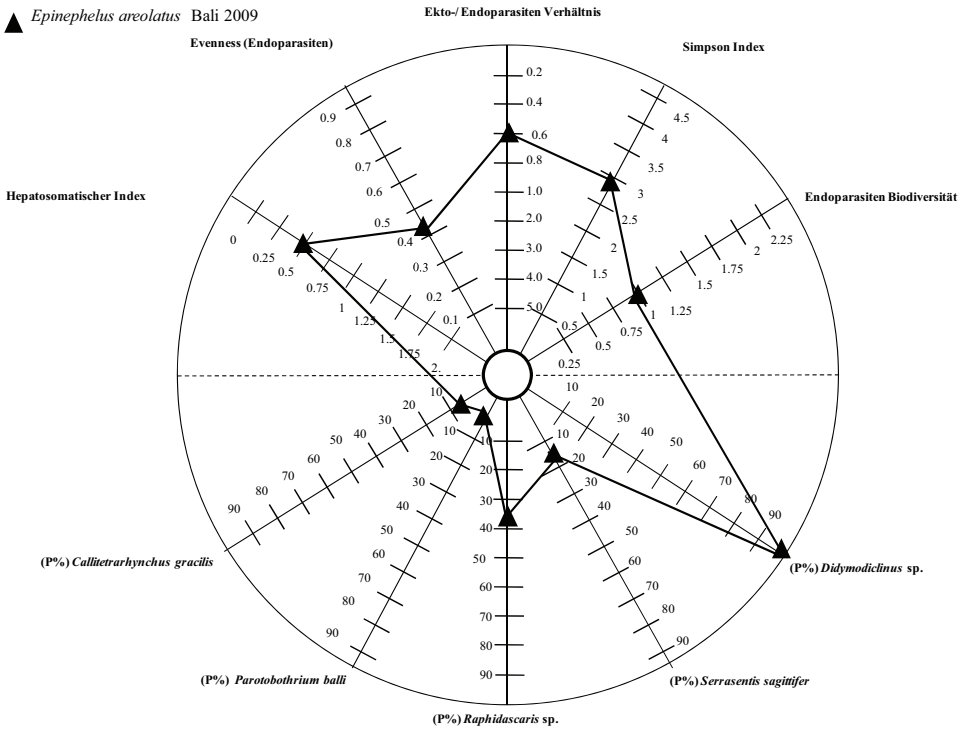
b)



Version 2

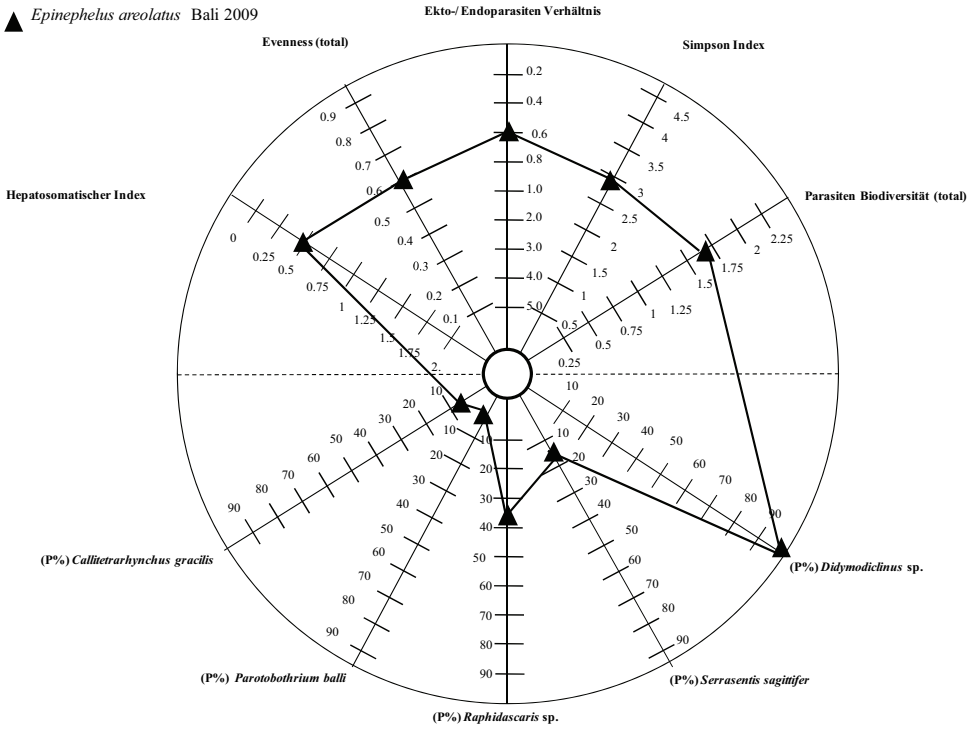
Abbildung 75: Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter (Hepatosomatischer Index, Evenness der Endoparasiten (a), Evenness (total) (b), Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Endoparasitenbiodiversität (a), Parasitenbiodiversität (total) (b), Prävalenzen in %: *Didymodiclinus* sp., *Serrasentis sagittifer, Raphidascaris* sp., *Parotobothrium balli*, *Callitetrarhynchus gracilis*) der Probennahme von *Epinephelus areolatus* aus der Segara Anakan Area 4 in 2009 (Version 1 und 2). SA: Segara Anakan.

a)



Version 1

b)

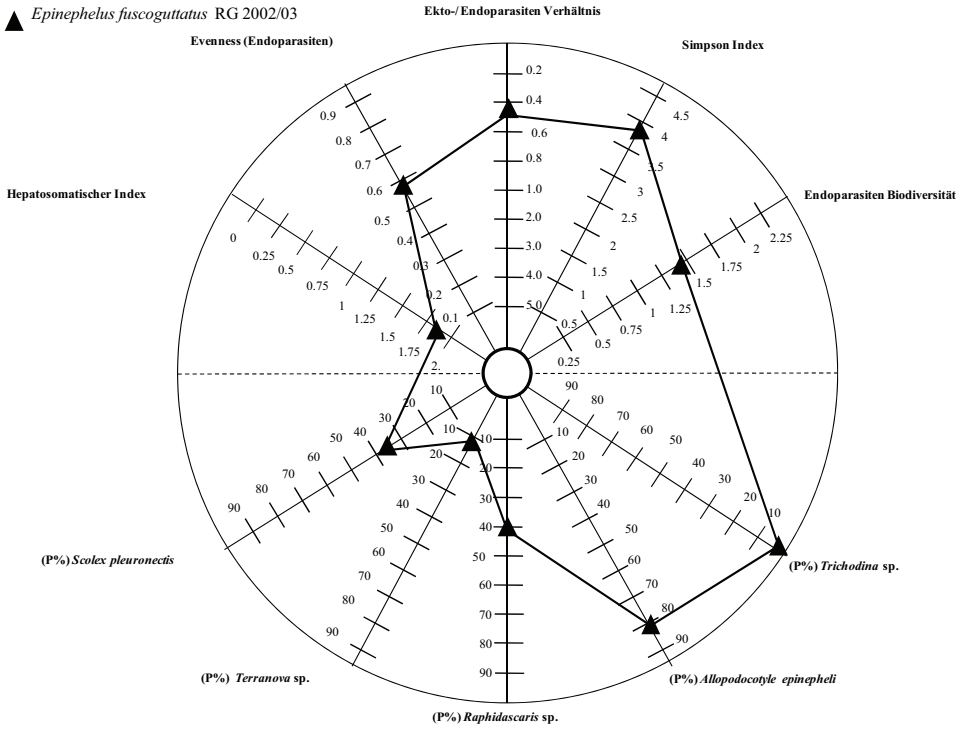


Version 2

Abbildung 76: Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter (Hepatosomatischer Index, Evenness der Endoparasiten (a), Evenness (total) (b), Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Endoparasitenbiodiversität (a), Parasitenbiodiversität (total) (b), Prävalenzen in %: *Didymodiclinus* sp., *Serrasentis sagittifer, Raphidascaris* sp., *Parotobothrium balli*, *Callitetrarhynchus gracilis*) der Probennahme von *Epinephelus areolatus* aus Bali in 2009 (Version 1 und 2). B: Bali.

4.7.3a Vergleichsdaten: Stargraphen *Epinephelus fuscoguttatus* (freilebend)

a)



b)

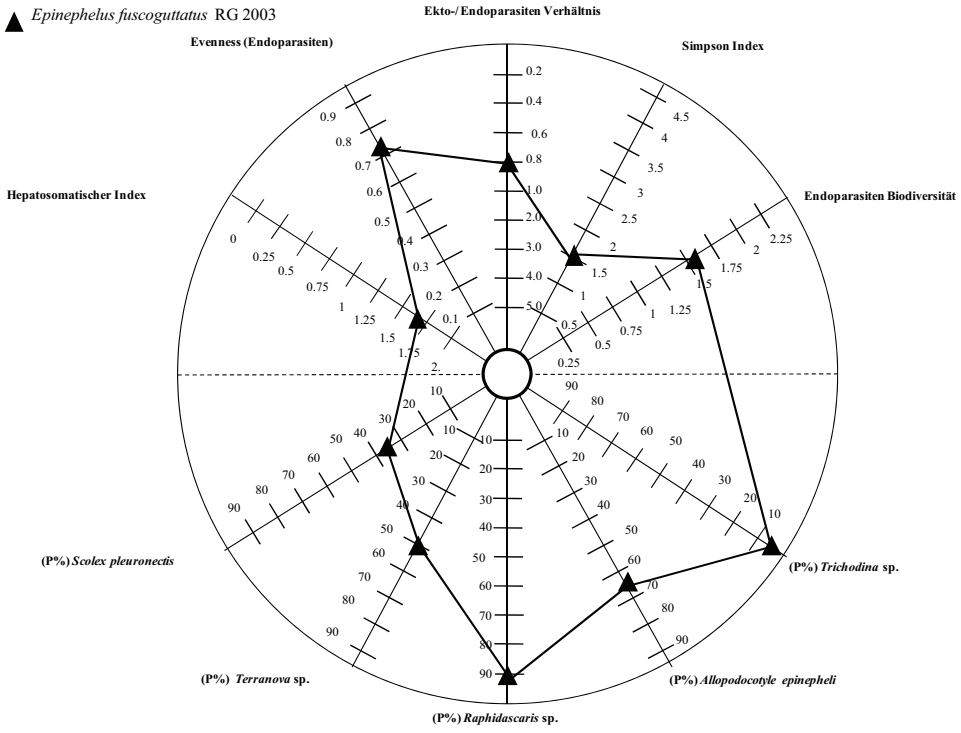


Abbildung 77: Vergleichsdaten (Rückert 2006, Rückert et al. 2009c): Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter (Hepatosomatischer Index, Evenness der Endoparasiten, Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Endoparasitenbiodiversität, Prävalenzen in %: *Trichodina* sp., *Allopodocotyle epinepheli, Raphidascaris* sp., *Terranova* sp., *Scolex pleuronectis*) der Probennahme von *Epinephelus fuscoguttatus* aus Sumatra, Ringgung in a) 2002/03 und b) 2003 (je nur eine Version vorhanden). RG: Ringgung.

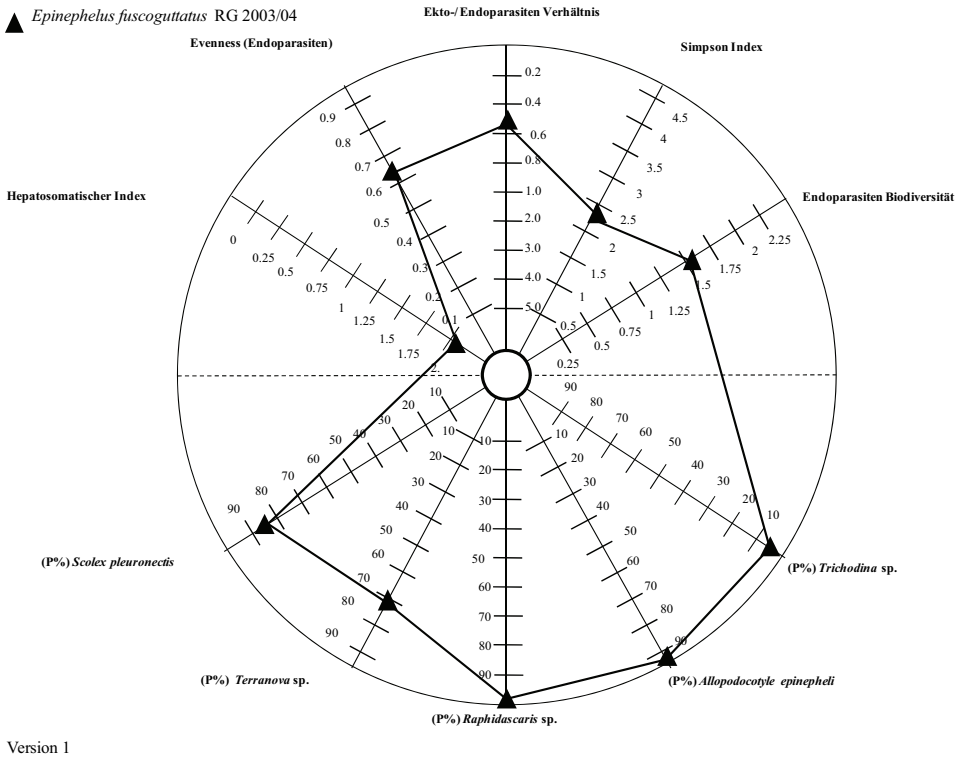
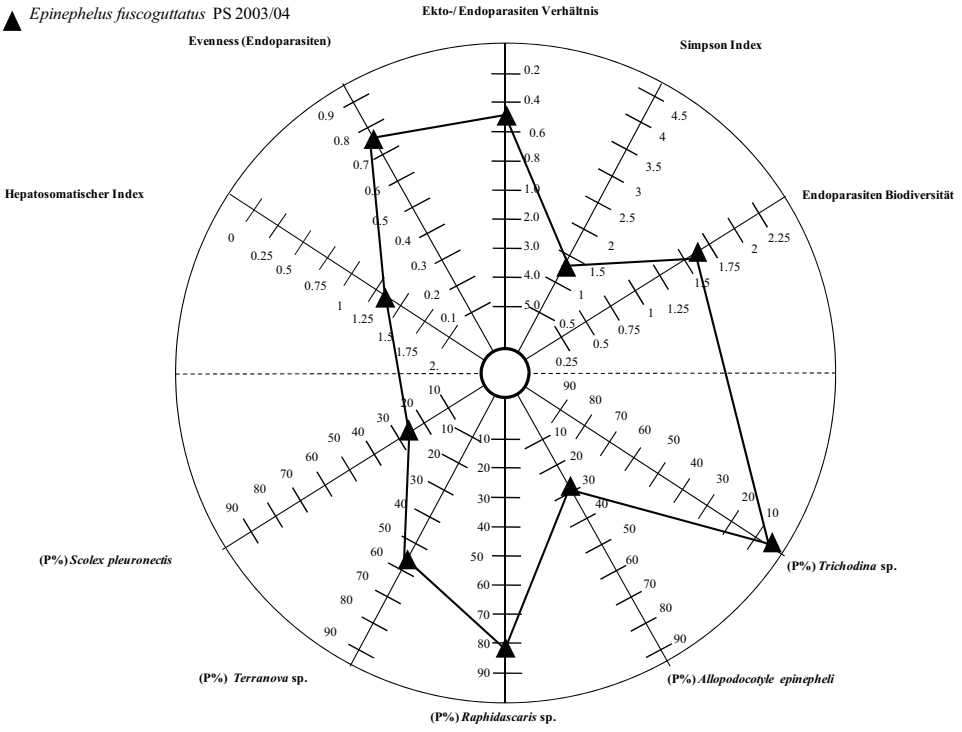


Abbildung 78: Vergleichsdaten (Rückert 2006, Rückert et al. 2009c): Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter (Hepatosomatischer Index, Evenness der Endoparasiten, Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Endoparasitenbiodiversität, Prävalenzen in %: *Trichodina* sp., *Allopodocotyle epinepheli, Raphidascaris* sp., *Terranova* sp., *Scolex pleuronectis*) der Probennahme von *Epinephelus fuscoguttatus* aus Sumatra, Ringgung in 2003/04 (je nur eine Version vorhanden). RG: Ringgung.

4.7.3b Vergleichsdaten und aktuelle Studie: Stargraphen *Epinephelus fuscoguttatus* (gehältert)

Die Auswertung der Ergebnisse der Zackenbarschmarikultur aus den Gewässern der Tausend Inseln (*Epinephelus fuscoguttatus*) erfolgte über die bereits in der ersten Phase von SPICE entwickelte „visuelle Integration“ (Palm und Rückert 2009). Erstmalig werden einzelne Indikatorarten (*Scolex pleuronectis, Terranova* sp., *Raphidascaris* sp.) diesem System hinzugefügt. Die Daten zeigen eindeutig, dass für diese genutzten Parasitenarten die Befallsraten und Intensitäten im Laufe der Marikulturaktivitäten kontinuierlich abnehmen. Bei den beiden während dieser Untersuchung durchgeführten Probennahmen von *E. fuscoguttatus* in 2007/08 und 2008/09 aus der Marikultur handelt es sich um die beiden letzten Beprobungsphasen eines seit 2003/04 (Rückert 2006) während der ersten SPICE Phase begonnenem Parasitenmonitorings. Die visuelle Integration der vorangegangenen Jahre befinden sich in Abbildung 79-82 und werden hier in chronologischer Reihenfolge, angefangen mit den Vergleichsprobennahmen der vorangegangenen Jahre in 2003/04 bis 2006 (Tab. 7) und den anschließenden dieser Untersuchung von 2007/08 und 2008/09, dargestellt.

a)



b)

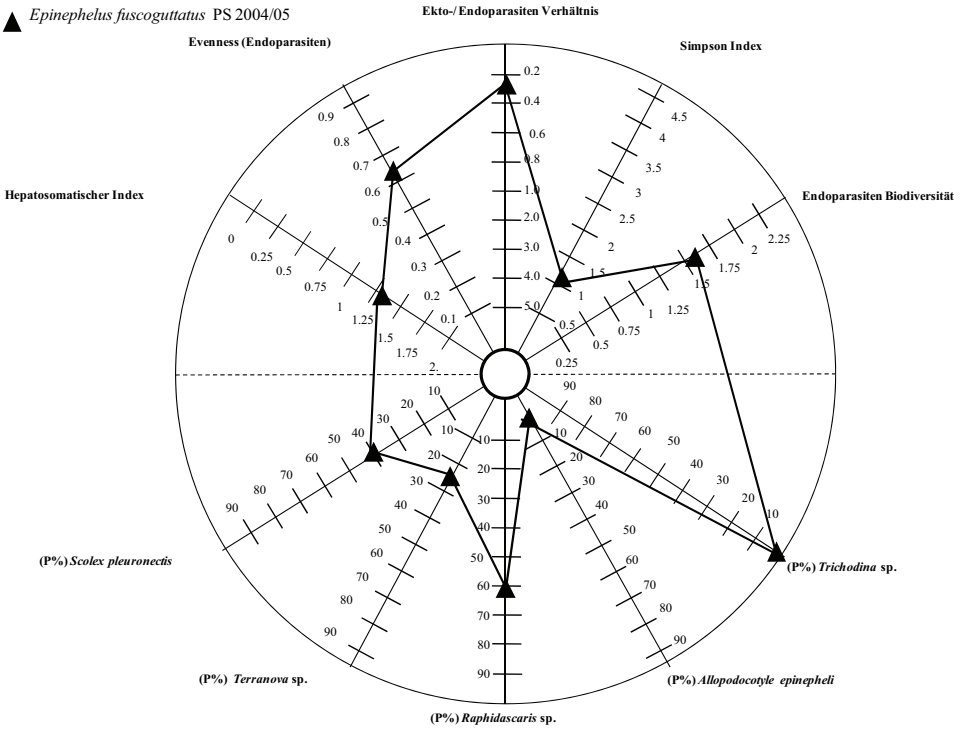
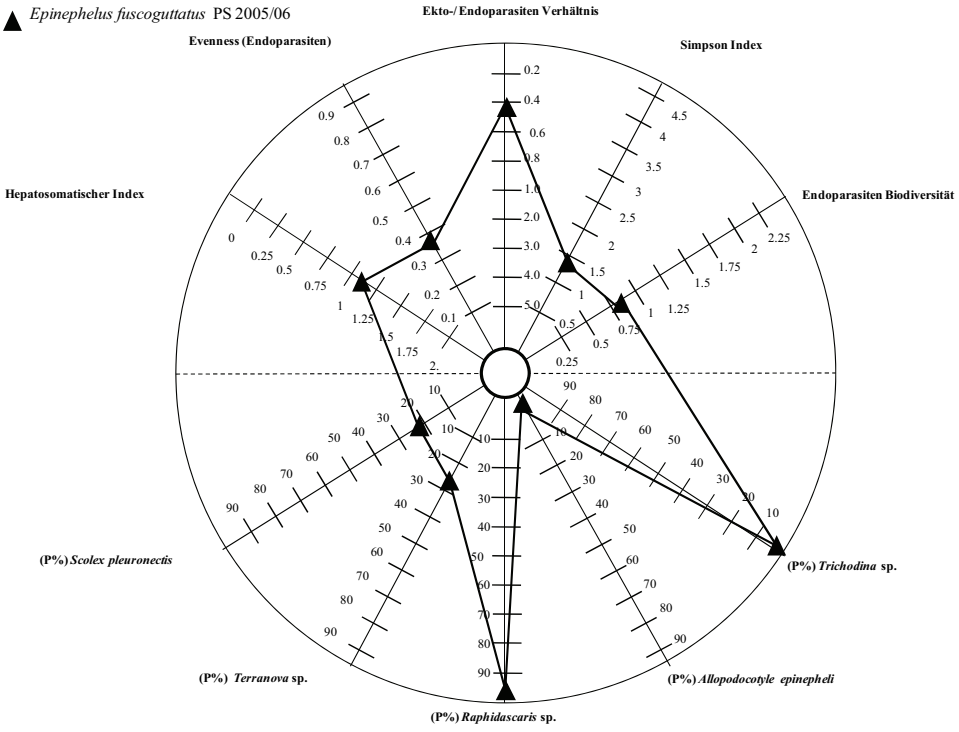


Abbildung 79: Vergleichsdaten (verändert nach Palm et al. eingereicht, Rückert 2006): Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter (Hepatosomatischer Index, Evenness der Endoparasiten, Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Endoparasitenbiodiversität, Prävalenzen in %: *Trichodina* sp., *Allopodocotyle epinepheli, Raphidascaris* sp., *Terranova* sp., *Scolex pleuronectis*) der Probennahme von *Epinephelus fuscoguttatus* aus den Gewässern der Tausend Inseln in a) 2003/04 und b) 2004/05 (je nur eine Version vorhanden). PS: Pulau Seribu (Tausend Inseln).

a)



b)

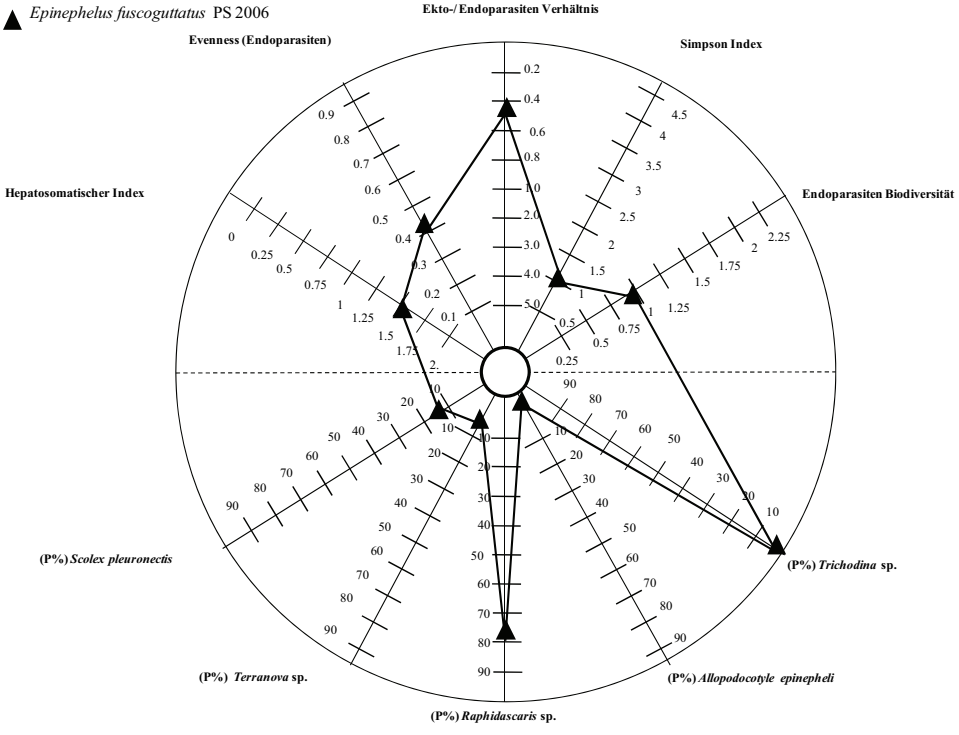
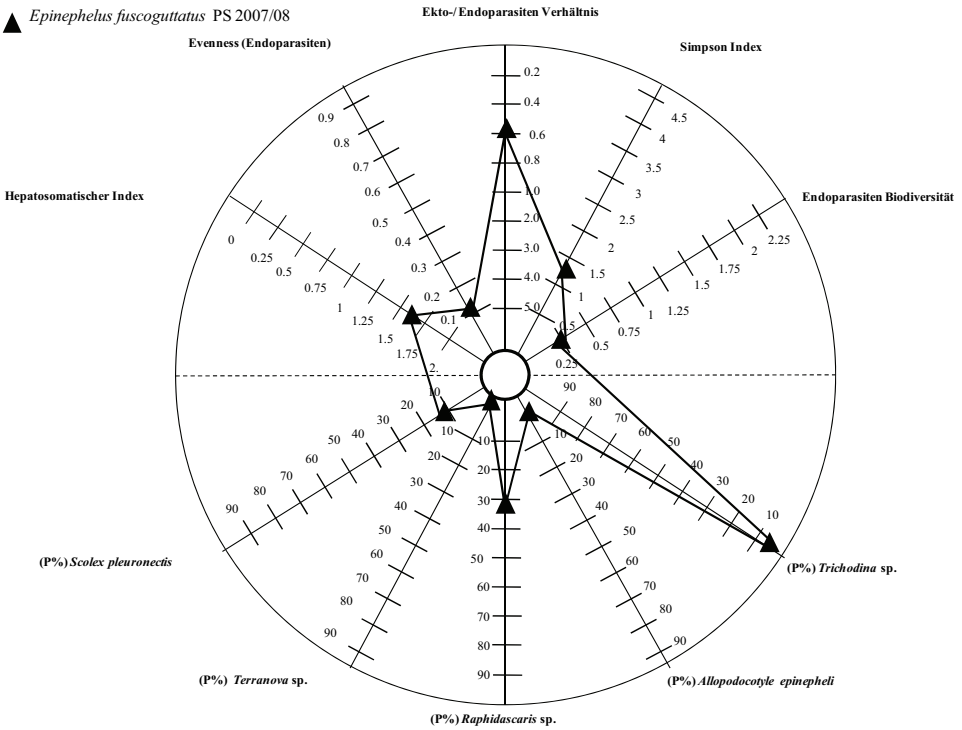


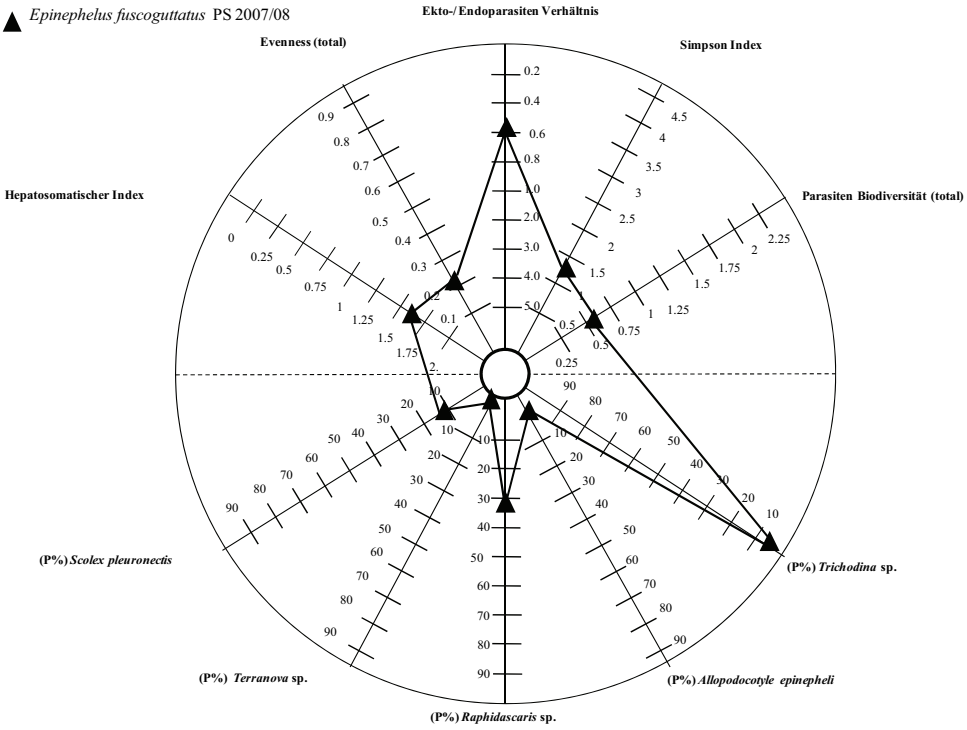
Abbildung 80: Vergleichsdaten (verändert nach Palm et al. eingereicht, Rückert 2006): Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter (Hepatosomatischer Index, Evenness der Endoparasiten, Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Endoparasitenbiodiversität, Prävalenzen in %: *Trichodina* sp., *Allopodocotyle epinepheli, Raphidascaris* sp., *Terranova* sp., *Scolex pleuronectis*) der Probennahme von *Epinephelus fuscoguttatus* aus den Gewässern der Tausend Inseln in a) 2005/06 und b) 2006 (je nur eine Version vorhanden). PS: Pulau Seribu (Tausend Inseln).

a)



Version 1

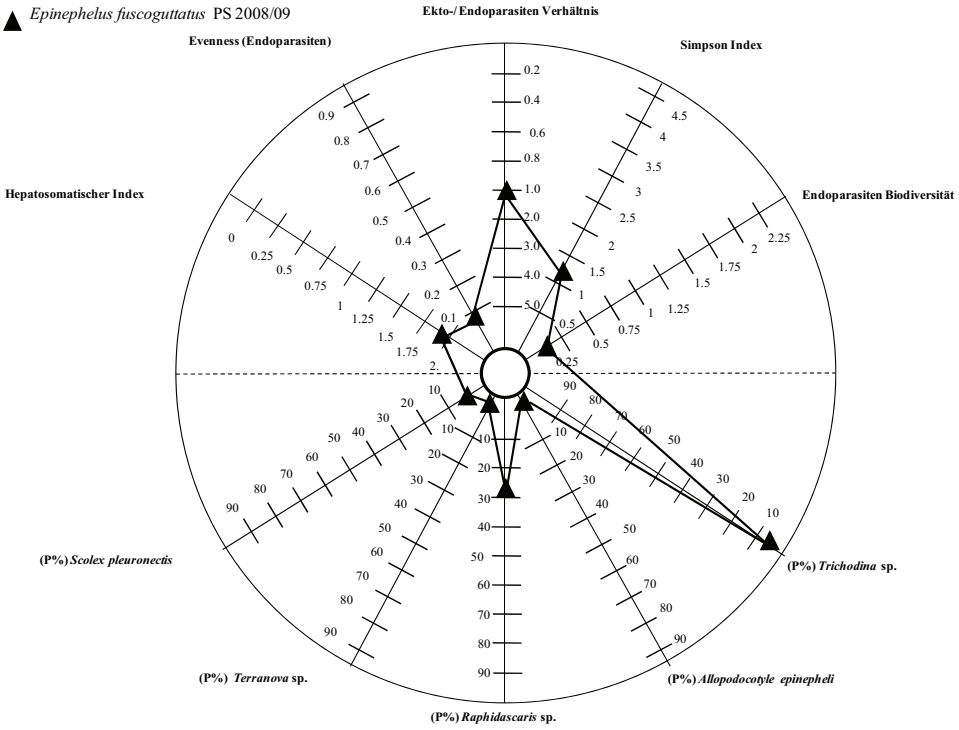
b)



Version 2

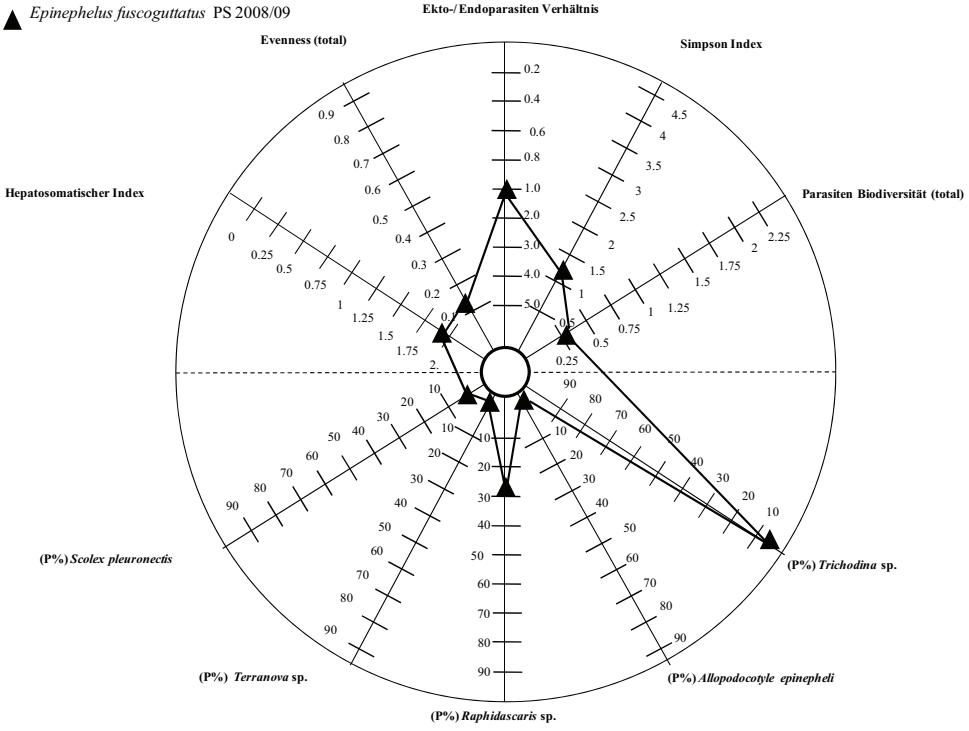
Abbildung 81: Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter (Hepatosomatischer Index, Evenness der Endoparasiten (a), Evenness (total) (b), Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Endoparasitenbiodiversität (a), Parasitenbiodiversität (total) (b), Prävalenzen in %: *Trichodina* sp., *Allopodocotyle epinepheli, Raphidascaris* sp., *Terranova* sp., *Scolex pleuronectis*) der Probennahme von *Epinephelus fuscoguttatus* aus den Gewässern der Tausend Inseln in 2007/08 (Version 1 und 2). PS: Pulau Seribu (Tausend Inseln).

a)



Version 1

b)



Version 2

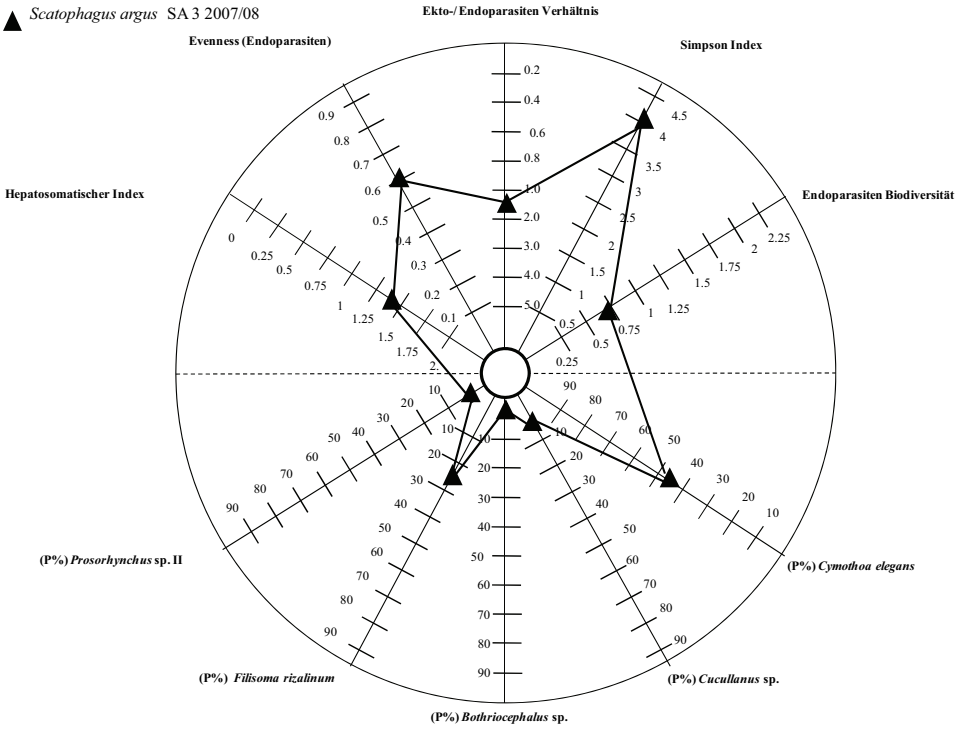
Abbildung 82: Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter (Hepatosomatischer Index, Evenness der Endoparasiten (a), Evenness (total) (b), Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Endoparasitenbiodiversität (a), Parasitenbiodiversität (total) (b), Prävalenzen in %: *Trichodina* sp., *Allopodocotyle epinepheli, Raphidascaris* sp., *Terranova* sp., *Scolex pleuronectis*) der Probennahme von *Epinephelus fuscoguttatus* aus den Gewässern der Tausend Inseln in 2008/09 (Version 1 und 2). PS: Pulau Seribu (Tausend Inseln).

Bei den Stargraphen der ***Epinephelus areolatus*** des **Küstenbereiches** der **Segara Anakan** ist besonders die Verteilung der unteren Parameter, der einzelnen Prävalenzen sämtlicher integrierter Endoparasitenarten, in Zentrumnähe auffällig. Die oberen Systemindikatoren hingegen sind in beiden Versionen zum äußeren Rand des Stargraphen orientiert. Eine stärkere Ausprägung diesbezüglich kann bei der zweiten Version mit den Parametern Evenness und Parasitenbiodiversität, berechnet für Ekto- und Endoparasiten, beobachtet werden (Abb. 75b). Die Stargraphen der ***E. areolatus*** aus **Bali** zeigen im regionalen Vergleich bei acht der zehn integrierten Parameter bessere Werte, d.h. eine nähere Orientierung zum Rand, gegenüber denen des **Segara Anakan Küstengebietes** (Abb. 75a vs. 76a, 92a). Die beiden Parameter Ekto-/Endoparasiten Verhältnis und Simpson Index sind bei diesem regionalen Vergleich als einzige weiter zum Zentrum des Stargraphen angeordnet.

Die Stargraphen der **freilebenden *E. fuscoguttatus*** aus **Ringgung** der vorangegangenen Arbeit 2002/03, 2003 und 2003/04 zeigen eine hohe Stabilität der Endoparasitenbiodiversität und der Evenness Werte der Endoparasiten. Der Hepatosomatische Index ist in allen drei Probennahmen stark zum Mittelpunkt des Stargraphen orientiert. Aufällig ist die ausgeprägte Lokalisation der einzelnen Prävalenzdaten (*Scolex pleuronectis*, *Terranova* sp., *Raphidascaris* sp. und *Allopodocotyle epinepheli*) zum äußeren Rand des Stargraphen in allen drei Untersuchungsjahren, besonders in 2003/04 (Abb. 77-78). Bei den Stargraphen der **gehälterten *E. fuscoguttatus*** der vorangegangenen Arbeiten (2003/04 bis 2006) und der vorliegenden Arbeit (2007/08 und 2008/09) von den **Tausend Inseln** ist über die Jahre eine Verkleinerung der Fläche und stärkere Lokalisation sämtlicher genutzten Parameter zum Zentrum hin erkennbar (Abb. 79-82). Besonders die Parameter Evenness der Endoparasiten, Ekto-/ Endoparasiten Verhältnis und Endoparasitenbiodiversität sowie die einzelnen Prävalenzen der Endoparasiten (*Scolex pleuronectis*, *Terranova* sp., *Raphidascaris* sp. und *Allopodocotyle epinepheli*) spielen eine Rolle für die Darstellung der Unterschiede.

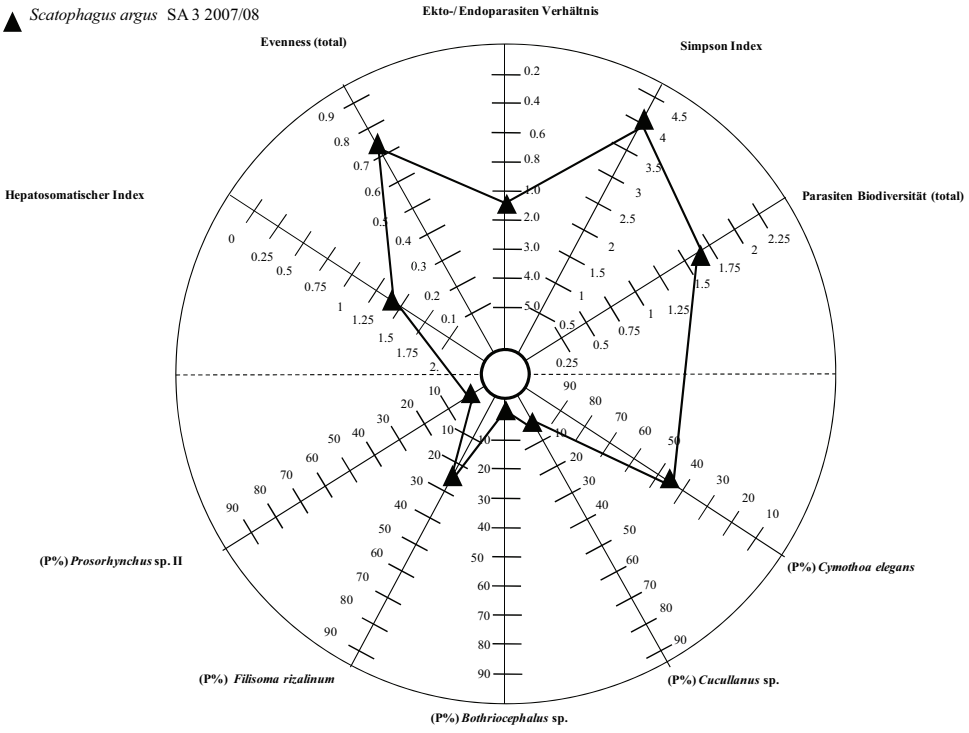
4.7.4 Stargraphen *Scatophagus argus* (freilebend)

a)



Version 1

b)



Version 2

Abbildung 83: Vergleichsdaten (Yuniar 2005, Yuniar et al. 2007): Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter (Hepatosomatischer Index, Evenness der Endoparasiten (a), Evenness (total) (b), Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Endoparasitenbiodiversität (a), Parasitenbiodiversität (total) (b), Prävalenzen in %: *Cymothoa elegans, Cucullanus* sp*., Bothriocephalus* sp*., Filisoma rizalinum, Prosorhynchus* sp. II) der Probennahme von *Scatophagus argus* aus der Segara Anakan Area 3 in 2007/08 (Version 1 und 2). SA: Segara Anakan.

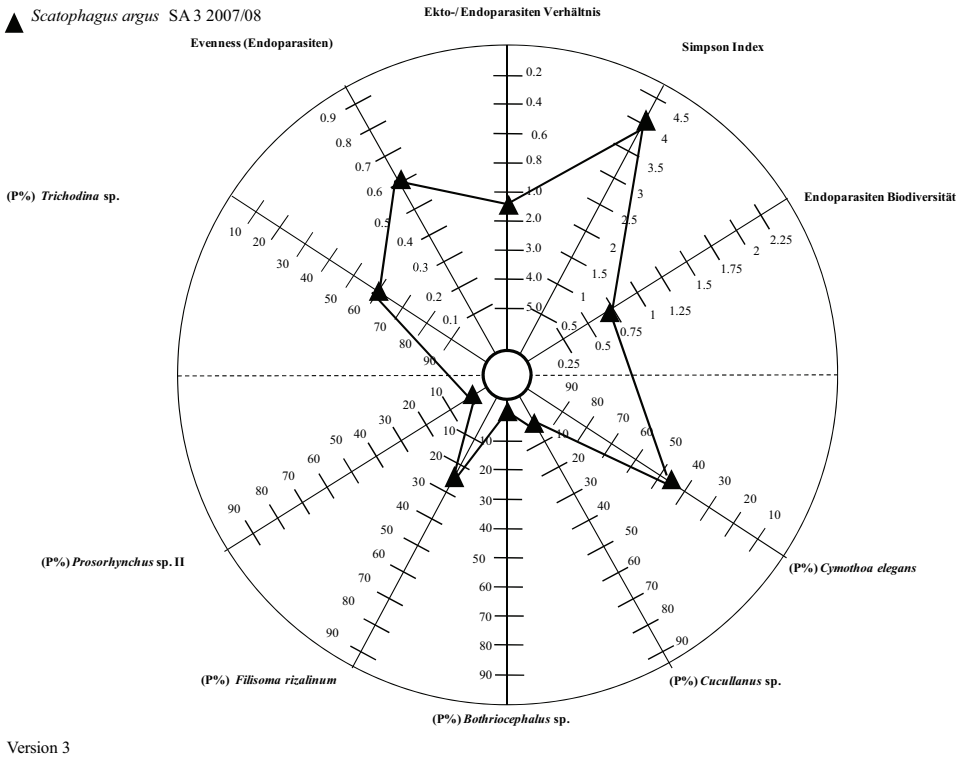
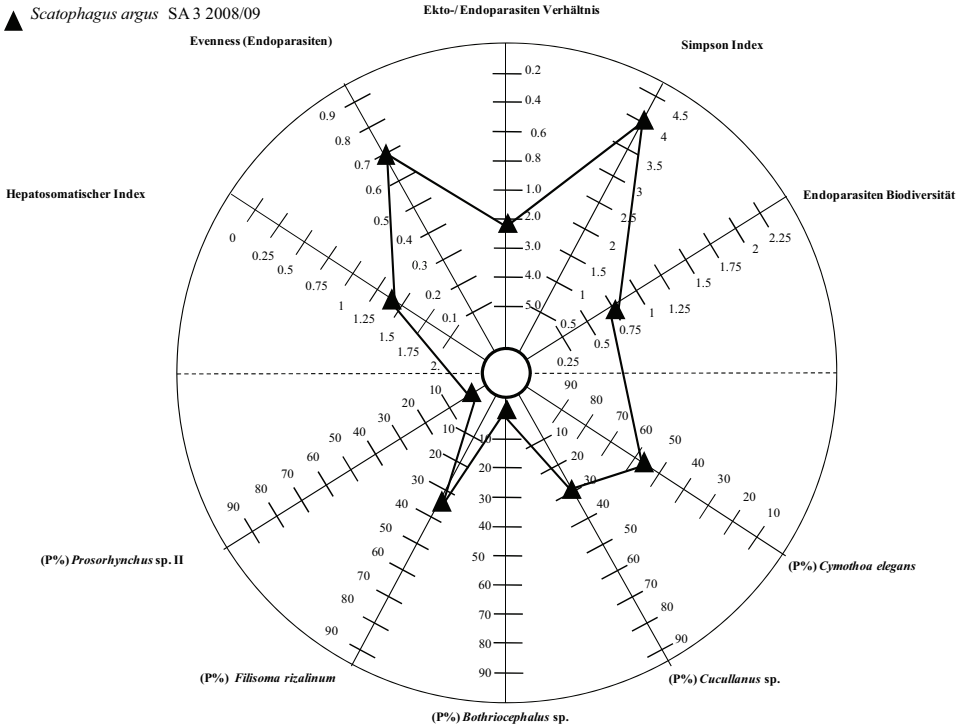


Abbildung 84: Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter (Evenness der Endoparasiten, Ekto-/ Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Endoparasitenbiodiversität, Prävalenzen in %: *Trichodina* sp., *Cymothoa elegans, Cucullanus* sp*., Bothriocephalus* sp*., Filisoma rizalinum, Prosorhynchus* sp. II) der Probennahme von *Scatophagus argus* aus der Segara Anakan Area 3 in 2007/08 (Version 3). SA: Segara Anakan.

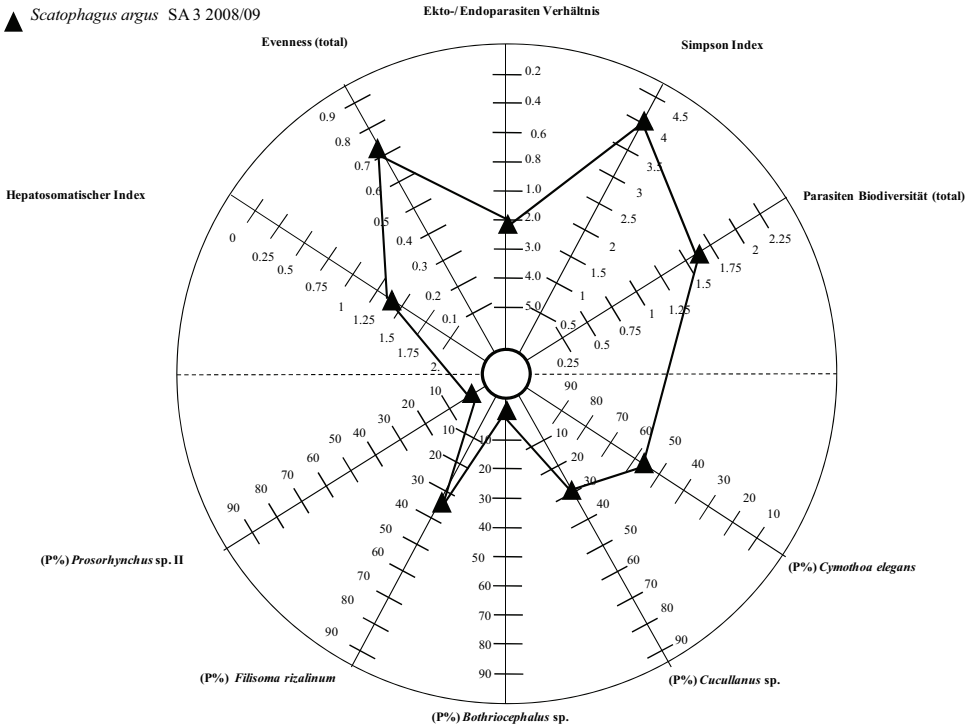
Die Stargraphen der untersuchten ***Scatophagus argus*** aus der **Segara Anakan Area 3** des ersten Untersuchungsjahres (Abb. 83-84) zeigen starke Schwankungen bei der Verteilung der Parameter sowohl im oberen als auch im unteren Bereich des jeweiligen Stargraphen. Besonders die Parameter Evenness (total) und Endoparasitenbiodiversität sowie der Simpson Index und die Prävalenz von *Cymothoa elegans* sind hierbei zum äußeren Rand orientiert.

a)



Version 1

b)



Version 2

Abbildung 85: Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter (Hepatosomatischer Index, Evenness der Endoparasiten (a), Evenness (total) (b), Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Endoparasitenbiodiversität (a), Parasitenbiodiversität (total) (b), Prävalenzen in %: *Cymothoa elegans, Cucullanus* sp.*, Bothriocephalus* sp.*, Filisoma rizalinum, Prosorhynchus* sp. II) der Probennahme von *Scatophagus argus* aus der Segara Anakan Area 3 in 2008/09 (Version 1 und 2). SA: Segara Anakan.

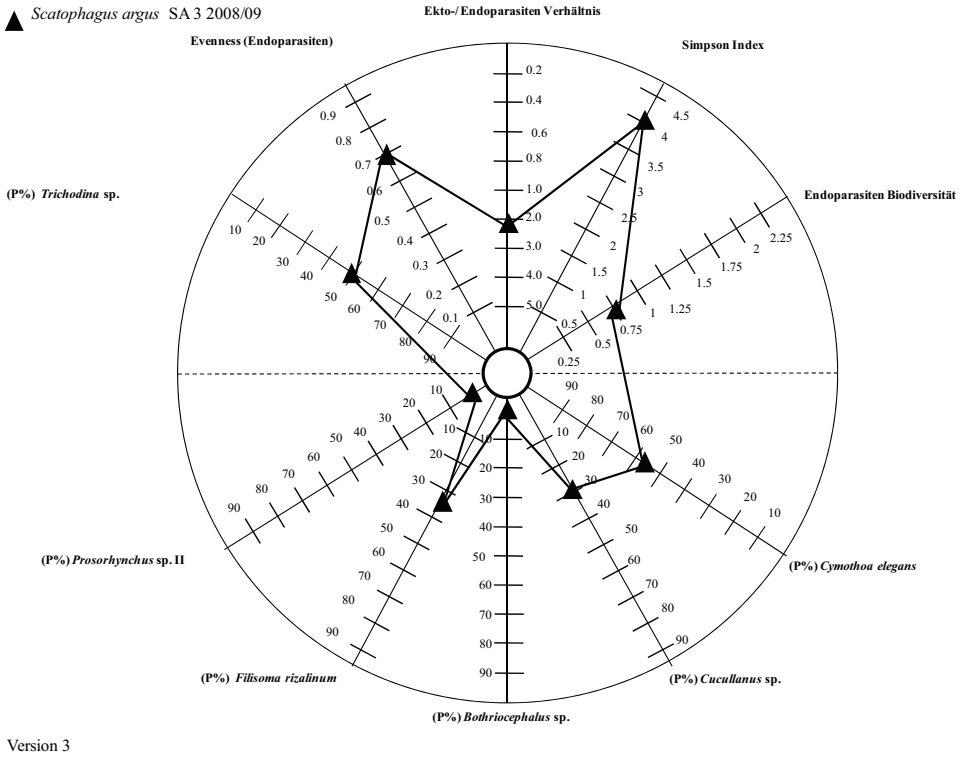
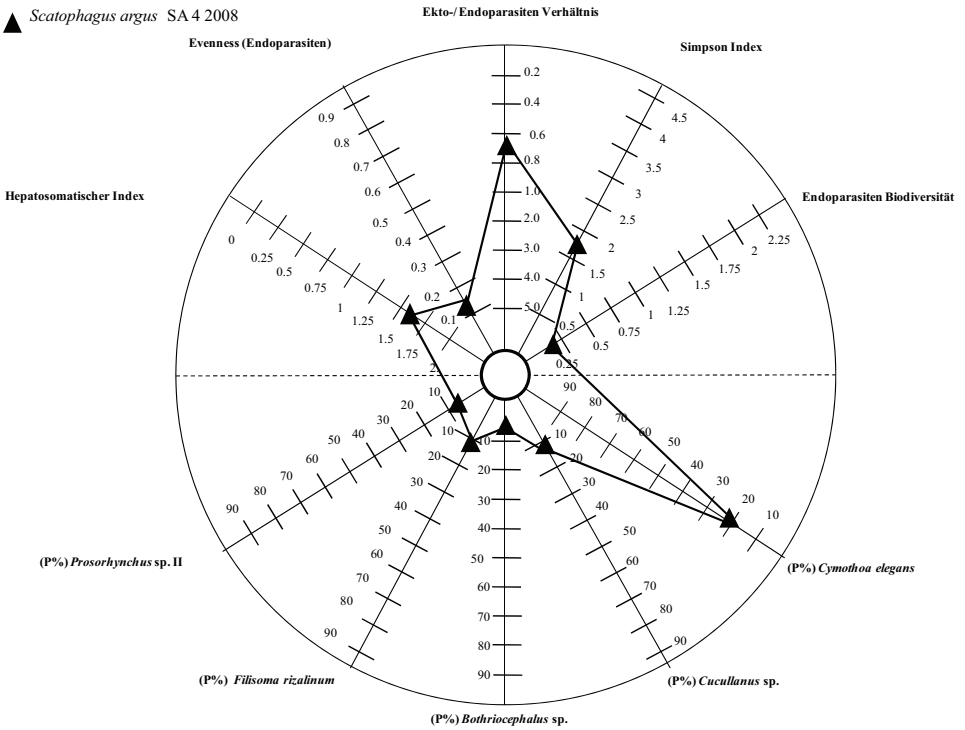


Abbildung 86: Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter (Evenness der Endoparasiten, Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Endoparasitenbiodiversität, Prävalenzen in %: *Trichodina* sp., *Cymothoa elegans, Cucullanus* sp., *Bothriocephalus* sp., *Filisoma rizalinum, Prosorhynchus* sp. II) der Probennahme von *Scatophagus argus* aus der Segara Anakan Area 3 in 2008/09 (Version 3). SA: Segara Anakan.

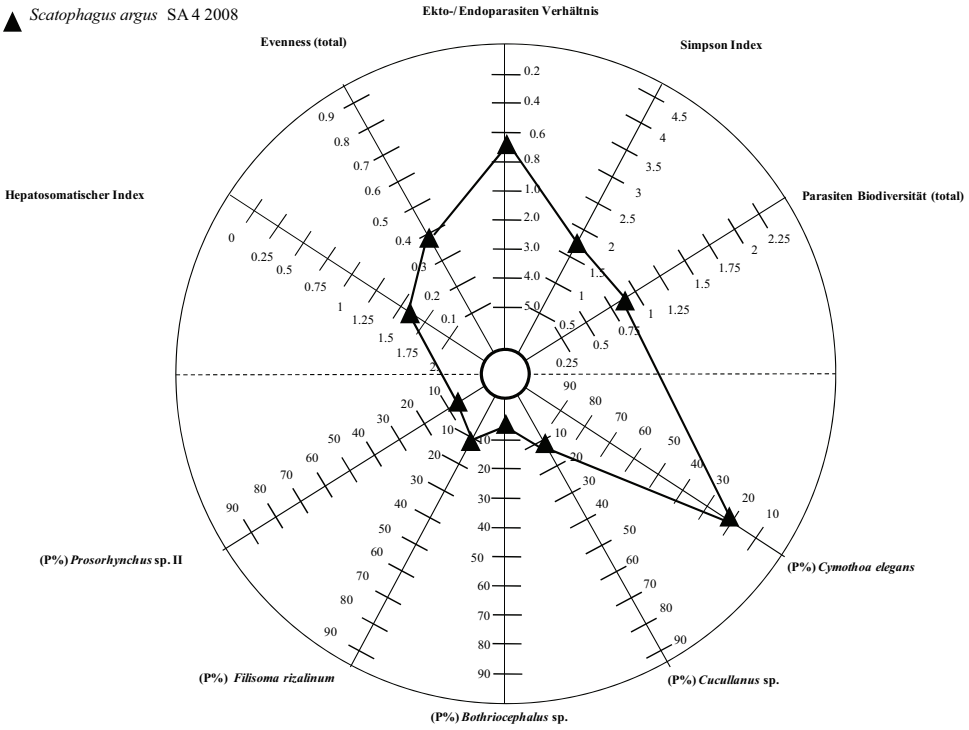
Die Stargraphen der ***Scatophagus argus*** der **Segara Anakan Area 3** des zweiten Untersuchungsjahres zeigen gegenüber dem ersten Untersuchungsjahr nur geringe Schwankungen der Parameter. Lediglich die Prävalenz von *Cucullanus* sp. zeigt eine deutlichere Anordnung nach außen hin (Abb. 83-84 vs. 85-86 und 94). Betrachtet man ferner im Vergleich die Probennahme der vorangegangenen Arbeit von ***S. argus*** der **Segara Anakan Area 3** von **2004** (Abb. 90), so sind hier wesentlich extremere Schwankungen der einzelnen Parameter innerhalb des Systems erkennbar. Einige Parameter liegen deutlich innerhalb der Werte des zweiten Untersuchungsjahres der vorliegenden Arbeit (Evenness der Endoparasiten, Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Endoparasitendiversität und der Prävalenz von *Cucullanus* sp.).

a)



Version 1

b)



Version 2

Abbildung 87: Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter (Hepatosomatischer Index, Evenness der Endoparasiten (a), Evenness (total) (b), Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Endoparasitenbiodiversität (a), Parasitenbiodiversität (total) (b), Prävalenzen in %: *Cymothoa elegans, Cucullanus* sp.*, Bothriocephalus* sp.*, Filisoma rizalinum, Prosorhynchus* sp. II) der Probennahme von *Scatophagus argus* aus der Segara Anakan Area 4 in 2008 (Version 1 und 2). SA: Segara Anakan.

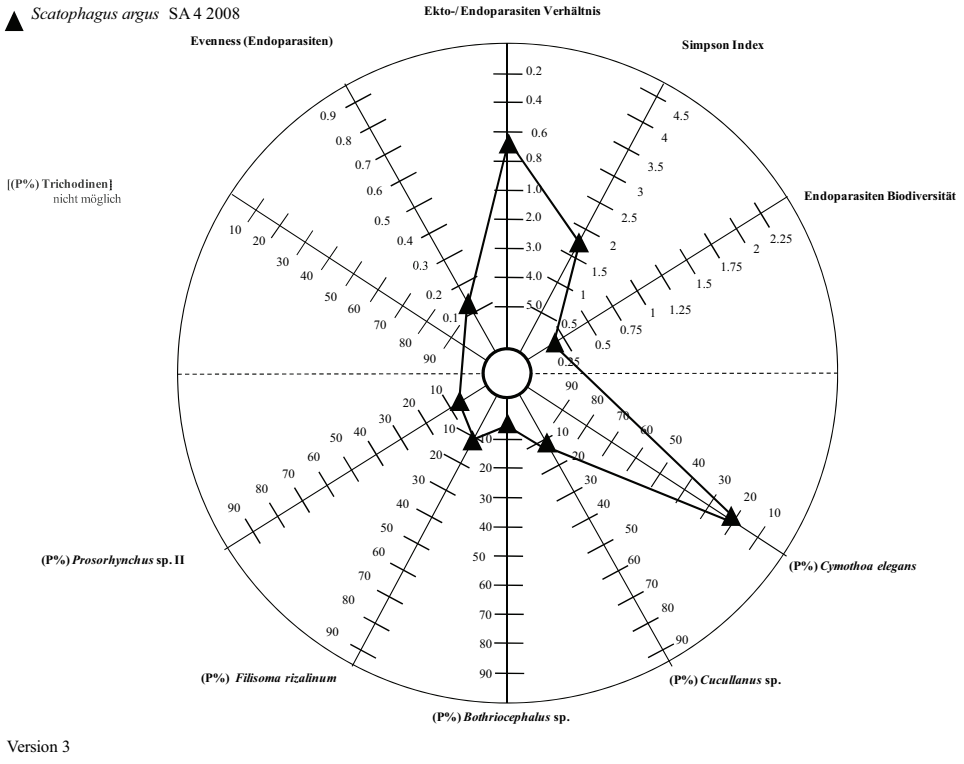
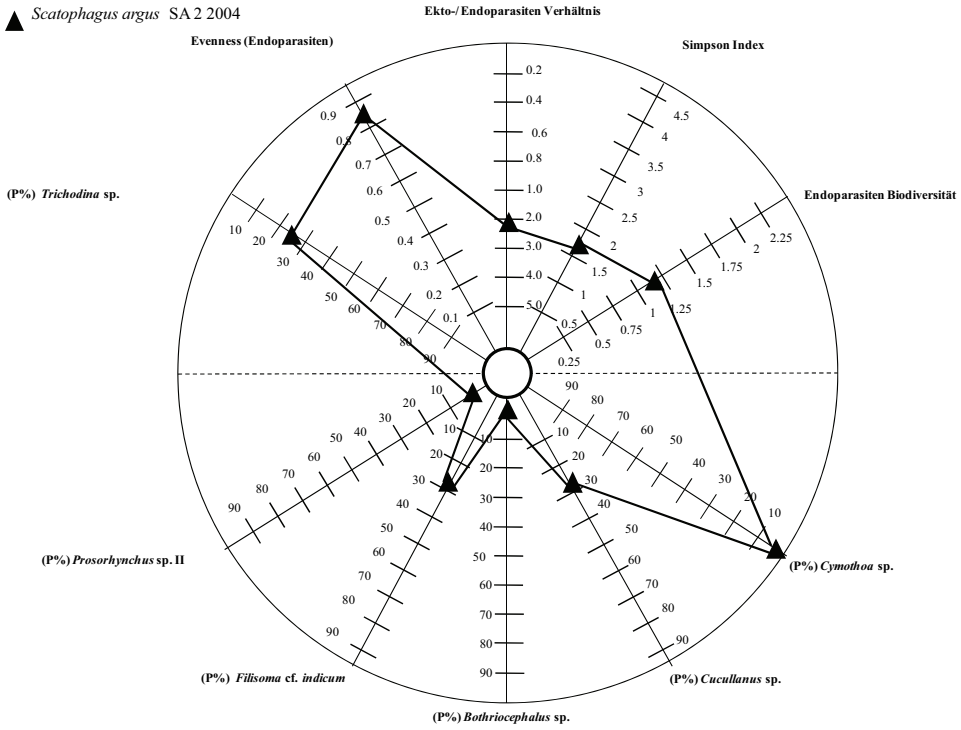


Abbildung 88: Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter (Evenness der Endoparasiten, Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Endoparasitenbiodiversität, Prävalenzen in %: *Cymothoa elegans, Cucullanus* sp.*, Bothriocephalus* sp.*, Filisoma rizalinum, Prosorhynchus* sp. II) der Probennahme von *Scatophagus argus* aus der Segara Anakan Area 4 in 2008 (Version 3). SA: Segara Anakan.

Die Verteilung der Parameter der Probennahme von ***Scatophagus argus*** der **Segara Anakan Area 4** in **2008** zeigt eine Orientierung zum Zentrum des Stargraphen mit Ausnahme des Ekto-/ Endoparasiten Verhältnisses und der Prävalenz von *Cymothoa elegans* (Abb. 87-88). Bei den folgenden Stargraphen der ***S. argus*** aus der **Segara Anakan Area 2** in **2004** der vorangegangenen Probennahme ist eine relativ gleichmäßige Verteilung der Parameter im oberen Bereich der Stargraphen erkennbar, wobei die Parameter Prävalenz von *Trichodina* sp. und *Cymothoa* sp., Evenness der Endoparasiten und Endoparasitendiversität zum äußeren Rand orientiert sind (Abb. 89). Die Stargraphen desselben Jahres der ***S. argus*** der **Segara Anakan Area 3** zeigen extreme Schwankungen der Parameter innerhalb der Graphen vom Rand zum Zentrum des Stargraphen (Abb. 90). Die Annualität der Probennahmen von ***S. argus*** aus **Area 3** in **2007/08**, **2008/09** und **2004** sind zum direkten Vergleich in Abbildung 94 dargestellt.

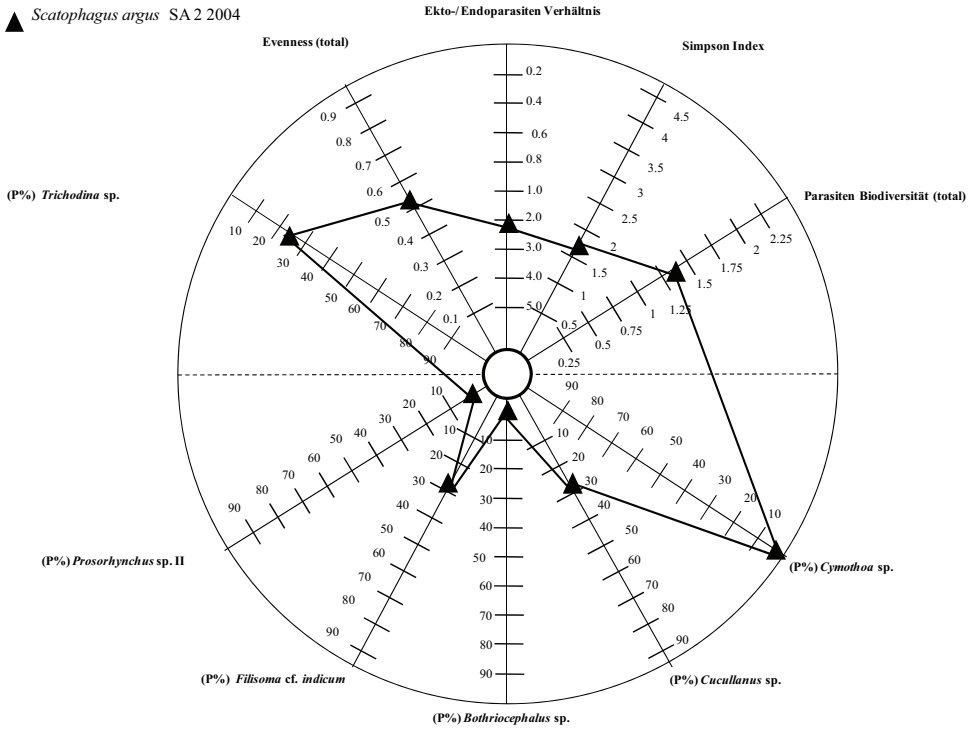
4.7.4.1 Vergleichsdaten: Stargraphen *Scatophagus argus* (freilebend)

a)



Version 1

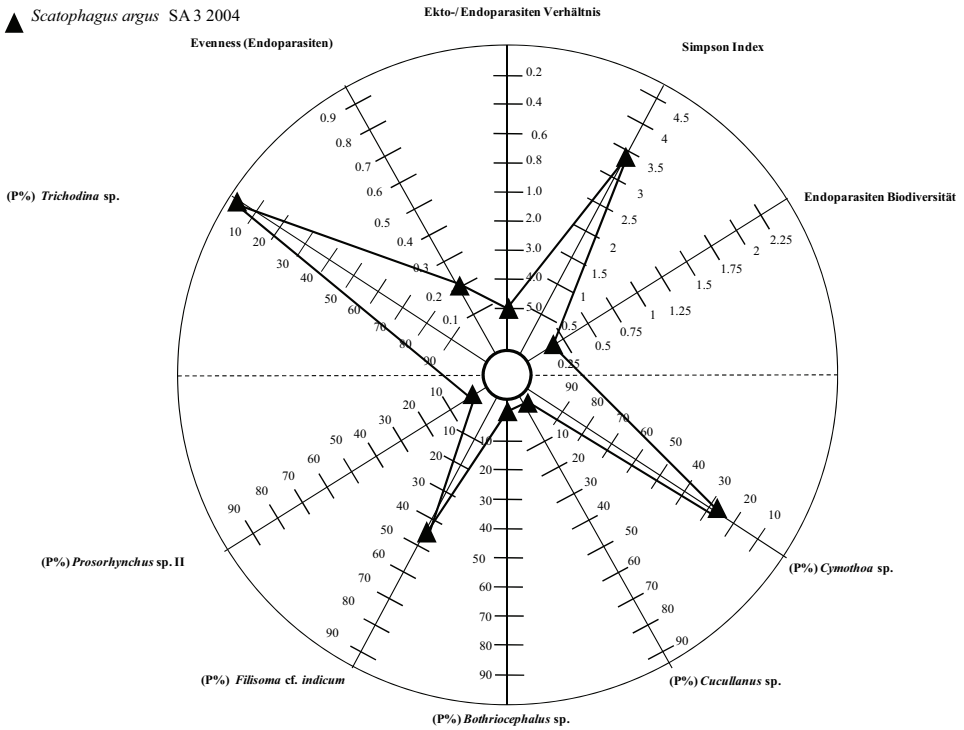
b)



Version 2

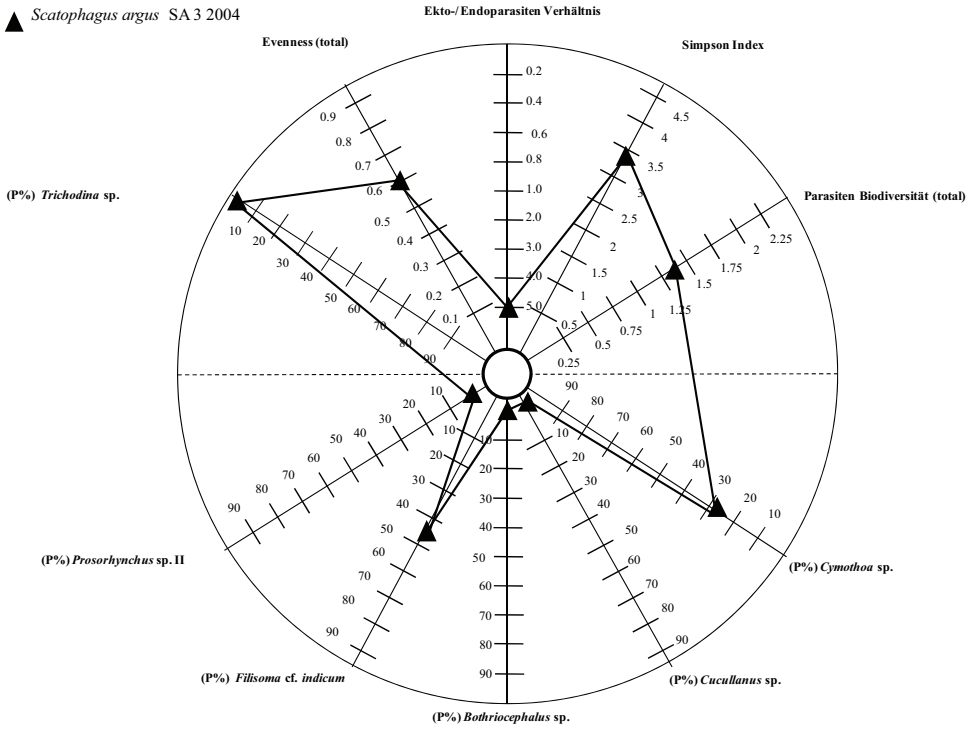
Abbildung 89: Vergleichsdaten (Yuniar 2005, Yuniar et al. 2007): Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter (Evenness der Endoparasiten (a), Evenness (total) (b), Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Endoparasitenbiodiversität (a), Parasitenbiodiversität (total) (b), Prävalenzen in %: *Trichodina* sp., *Cymothoa* sp., *Cucullanus* sp*., Bothriocephalus* sp*., Filisoma* cf. *indicum, Prosorhynchus* sp. II) der Probennahme von *Scatophagus argus* aus der Segara Anakan Area 2 in 2004 (Version 1 und 2). SA: Segara Anakan.

a)



Version 1

b)



Version 2

Abbildung 90: Vergleichsdaten (Yuniar 2005, Yuniar et al. 2007): Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter (Evenness der Endoparasiten (a), Evenness (total) (b), Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Simpson Index, Endoparasitenbiodiversität (a), Parasitenbiodiversität (total) (b), Prävalenzen in %: *Trichodina* sp., *Cymothoa* sp.„ *Cucullanus* sp.*, Bothriocephalus* sp.*, Filisoma* cf. *indicum, Prosorhynchus* sp. II) der Probennahme von *Scatophagus argus* aus der Segara Anakan Area 3 in 2004 (Version 1 und 2). SA: Segara Anakan.

4.7.5 Darstellung der Regionalität mit der Stargraphmethode (siehe erste Arbeitshypothese)

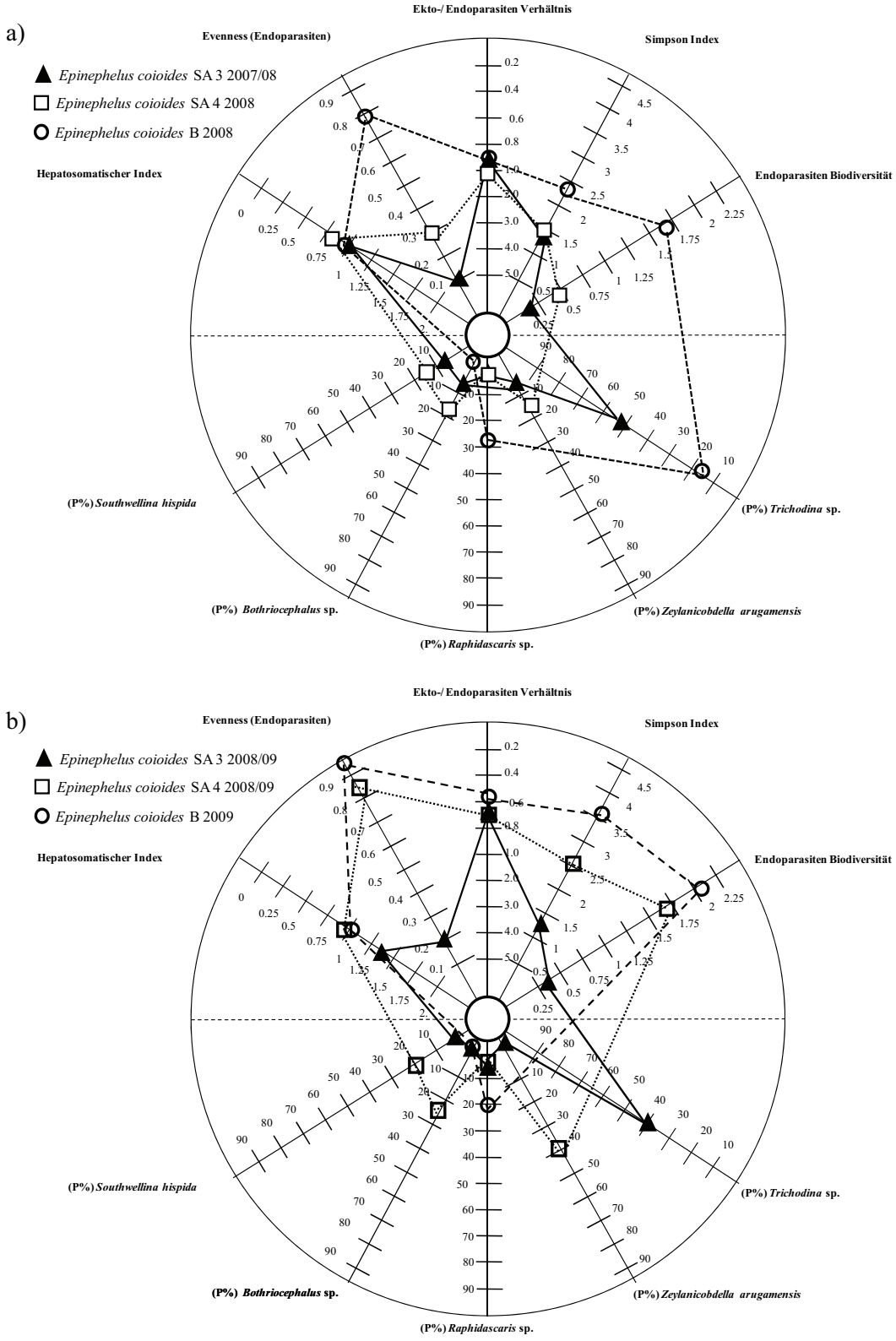


Abbildung 91: Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter der Version 1 der Probennahmen von *Epinephelus coioides* aus der Segara Anakan Area 3, 4 und Bali in a) 2007/08 und b) 2008/09 zur Darstellung der Regionalität. B: Bali, SA: Segara Anakan.

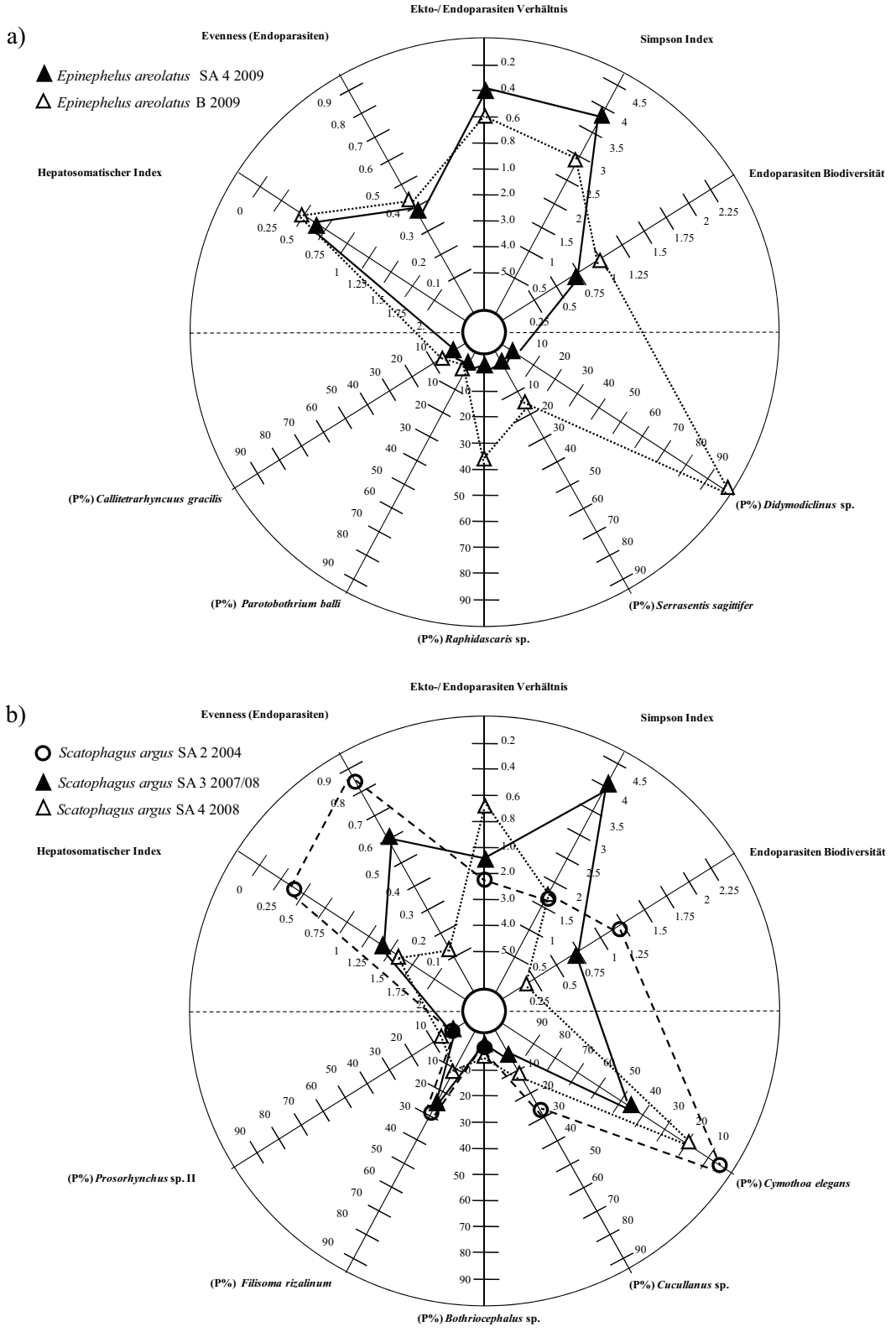


Abbildung 92: Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter der Version 1 der Probennahmen von a) *Epinephelus areolatus* aus der Segara Anakan Area 4 und Bali. b) *Scatophagus argus* der Segara Anakan Area 2 (Rückert et al. 2009a, Yuniar 2005), 3 und 4 zur Darstellung der Regionalität. B: Bali, SA: Segara Anakan.

4.7.6 Darstellung der Annualität mit der Stargraphmethode (siehe zweite Arbeitshypothese)

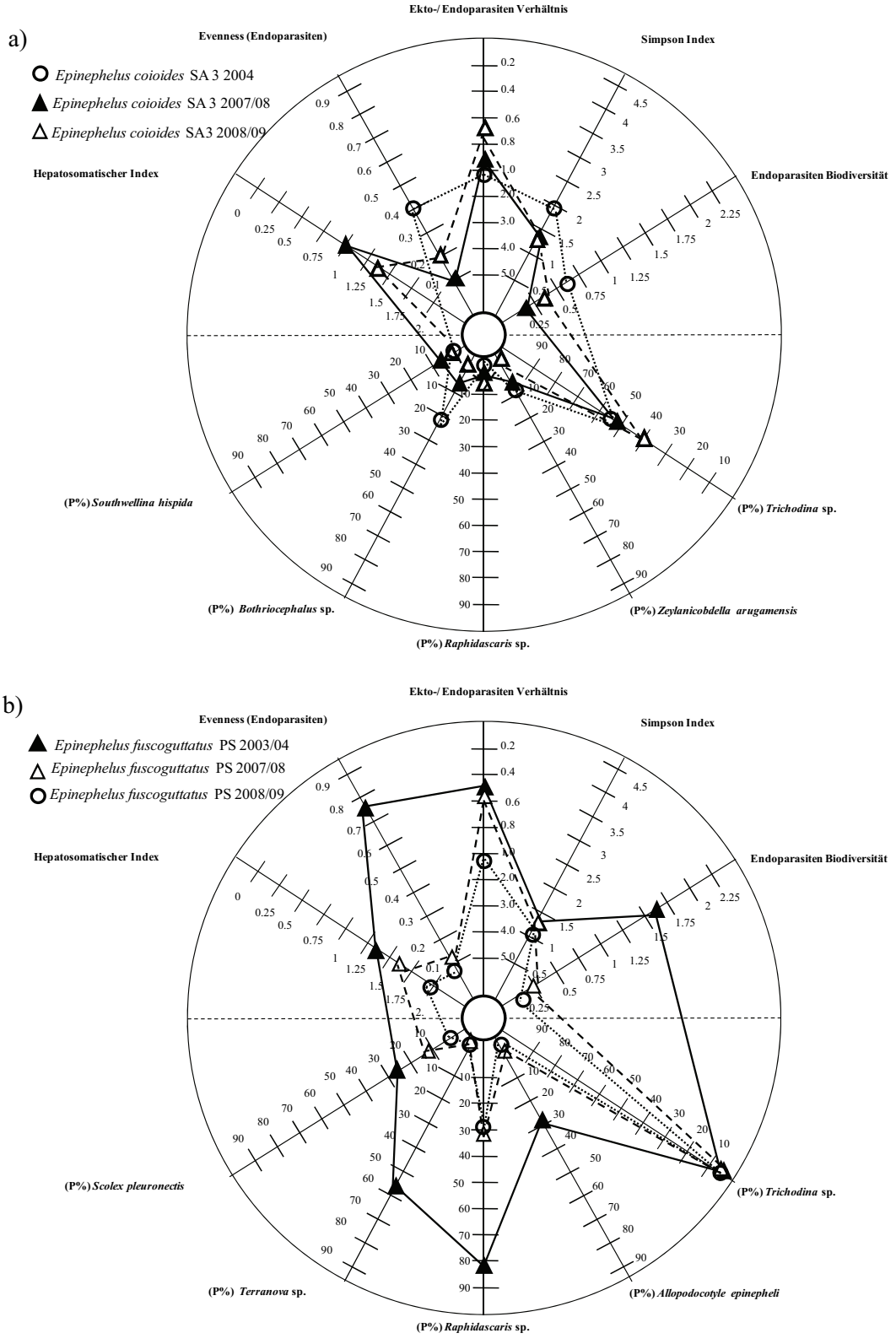


Abbildung 93: Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter der Version 1 der Probennahmen von a) *Epinephelus coioides* aus der Segara Anakan Area 3 in 2004 (Yuniar 2005), 2007/08 und 2008/09 und b) *E. fuscoguttatus* von den Tausend Inseln in 2003/04 (Rückert 2006), 2007/08 und 2008/09 zur Darstellung der Annualität. PS: Pulau Seribu (Tausend Inseln).

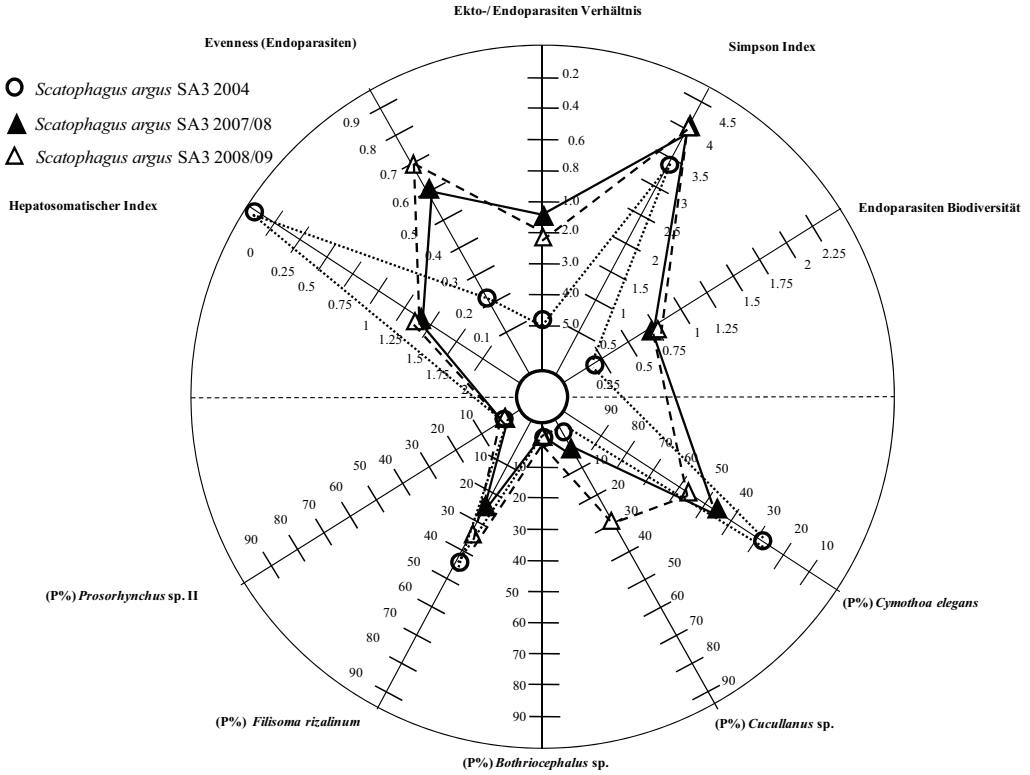


Abbildung 94: Visuelle Integration (Stargraph) der genutzten Parameter der Version 1 der Probennahme von *Scatophagus argus* der Segara Anakan Area 3 in 2004 (Yuniar 2005, Yuniar et al. 2007), 2007/08 und 2008/09 zur Darstellung der Annualität. SA: Segara Anakan.

Bei der Darstellung der **regionalen** Unterschiede der ***Epinephelus coioides*** der zusammengeführten Einzelstargraphen (Abb. 91) in einen „Master"-Stargraph, ist besonders im zweiten Untersuchungsjahr eine deutliche Verkleinerung der Fläche der Probennahme aus der Segara Anakan in Area 3 im Vergleich zu der aus Bali auszumachen (Abb. 91b). Dies zeigt sich auch im regionalen Vergleich des Master-Stargraphen der ***E. areolatus*** der **Segara Anakan** des **Küstenbereiches** gegenüber der aus **balinesischen Gewässern** erhobenen Daten (Abb. 92a). Beim regionalen Vergleich der ***Scatophagus argus*** ist aufgrund der starken Schwankungen kein eindeutiges Muster der Parameter erkennbar. Die größte Fläche ist bei der Probennahme aus der Segara Anakan Area 2 in 2004, gefolgt von der der Segara Anakan in Area 3 in 2007/08 auszumachen. Die kleinste und am weitesten zum Zentrum orientierte Fläche stellt die Probennahme dieser Fischart aus der Segara Anakan in Area 4 dar (Abb. 92b). Beim **annuellen** Vergleich der ***E. coioides***, ***E. fuscoguttatus*** und der ***Scatophagus argus*** sind bei aufeinanderfolgenden Jahren kaum Unterschiede, jedoch geringe Schwankungen sichtbar (Abb. 93-94). Im **Langzeitvergleich** der untersuchten, **gehälterten** ***E. fuscoguttatus*** von **2003/04** zu **2008/09** zeigt sich eine deutlich größere Fläche mit weiter nach außen orientierten Parametern der vorangegangenen Probennahme als dies bei der Probennahme von 2008/09 der Fall ist (Abb. 93b). Beim **Langzeitvergleich** der ***S. argus*** mit der vorangegangenen Probennahme aus **2004** sind starke Schwankungen dieser Probennahme gegenüber denen aus **2007/08** und **2008/09** zu erkennen (Abb. 94).

5 Diskussion

In der vorliegenden Arbeit wurden bedeutende kommerziell genutzte Zackenbarsche (Unterfamilie: Epinephelinae) sowie eine weitere, u.a. als Speisefisch verwendete Vergleichsfischart, *Scatophagus argus*, aus Indonesien parasitologisch untersucht. Nach Froese und Pauly (2010) und Herbon et al. (eingereicht) unterscheiden sich diese Fischarten anhand ihrer Ökologie, wobei sich die Epinepheliden im obersten und *Scatophagus argus* im mittleren trophischen Level befinden. Zusätzlich zu den bereits mehrfach untersuchten Epinephelidenarten *Epinephelus coioides* und *E. fuscoguttatus*, wurde erstmalig *E. areolatus* untersucht. Dieser ist bisher kaum parasitologisch erfasst, obwohl er bereits durch Palm et al. (2008) als Wirt eines möglicherweise zoonotischen anisakiden Nematoda der Gattung *Anisakis* bekannt ist und somit einen besonderen Stellenwert aus Fischhygiene-gesichtspunkten bzw. aus medizinischen Gründen einnimmt. Ein weiterer neuer Aspekt dieser Arbeit liegt in der Fokussierung auf in Indonesien bisher wenig beprobte Gewässer, wie diejenigen vor Bali und im Küstenbereich der Segara Anakan Lagune. Des Weiteren wurden die erhaltenen Parasitendaten dazu genutzt, verschiedene ökologische Parameter heranzuziehen und diese als Bioindikatoren für den Gewässerzustand zu nutzen. Die daraus resultierende Bewertung liefert einen Beitrag zur Risikoabschätzung von Fischereiprodukten sowie zum Umweltstatus und zur Standortentscheidung für zukünftige Marikulturanlagen in indonesischen Küstengewässern.

Im Folgenden werden die in dieser Arbeit gewonnenen Daten in Bezug zu vorherigen Arbeiten gesetzt. Die Eignung verschiedener Indizes und einzelner Parasitenarten als Bioindikatoren, Unterschiede in der Parasitengemeinschaft in Bezug auf Regionalität, Annualität sowie mögliche Lebenszyklen der Parasiten werden vorgestellt und diskutiert. Zur Identifizierung der zoonotischen anisakiden Nematoda Gattung *Anisakis* wurden molekulargenetische Analysen durchgeführt. Auch diese Ergebnisse werden im Kontext zu vorangegangenen Untersuchungen diskutiert. Die Gliederung der Diskussion folgt dabei den Arbeitshypothesen unter Kapitel 1.2.

5.1 Neue Wirts- und Gebietsnachweise

Die Parasitenfauna von *Epinephelus coioides, E. areolatus, E. fuscoguttatus* und *Scatophagus argus* wurde im Zeitraum von Februar bis August der Jahre 2008 und 2009 in vier Untersuchungsgebieten untersucht. Die bereits nachgewiesenen Parasitenarten der untersuchten Fischarten sind in den Kapiteln 2.1 bis 2.2 und den Tabellen 1-4 mit Referenzen aufgelistet. Eine Übersicht der in dieser Arbeit erbrachten neuen Nachweise ist in Tabelle 32 aufgelistet. In Tabelle 33 ist eine Übersicht über die bereits nachgewiesenen Parasitenarten in den untersuchten Fischarten aus indonesischen Gewässern sowie die Angabe des prozentualen Anteils der hier nachgewiesenen an den für diese Fische weltweit nachgewiesenen Parasitenarten dargestellt.

Im Rahmen dieser Studie konnten keine neuen Parasitenarten entdeckt und beschrieben werden. Bei den hier untersuchten Fischarten, insbesondere den kommerziell wichtigen Zackenbarscharten *Epinephelus coioides* und *E. fuscoguttatus*, aber auch bei *Scatophagus argus*, handelt es sich um bereits parasitologisch mehrfach untersuchte Arten (Tab. 2, 3, 4 und 32). Lediglich *E. areolatus* stand bisher selten im Fokus parasitologischer Untersuchungen (Tab. 1 und 32). Dies begründet auch die 20 neuen Wirts- und 23 neuen Gebietsnachweise im Rahmen dieser Studie, wovon allein 13 Wirtsnachweise aus *E. areolatus* stammen. Aus den weniger untersuchten Gewässern vor Bali stammen 18 der Gebietsnachweise. Vier Gebietsnachweise konnten von der Küstenregion der Segara Anakan und zwei innerhalb dieser Lagune erbracht werden (Tab. 32). Diese neuen Parasitennachweise gehen auf die hohe Biodiversität tropischer Gebiete zurück. Besonders Indonesien gilt als eines der Zentren mariner Biodiversität (Carpenter und Springer 2005, Palm 2000, Palm et al. 1999, Yuniar et al. 2007), wobei bisher erst wenige metazoische Parasitenarten (geschätzte 4 % generell) bekannt sind (Jakob und Palm 2006). Nach Palm (2004) konnten bisher z.B. 23 % der beschriebenen 254 fischparasitierenden trypanorhynchen Cestoda allein aus indonesischen Gewässern nachgewiesen werden.

Tabelle 32: Übersicht der neuen Wirts- und Gebietsnachweise der isolierten Parasiten sämtlicher untersuchter Fische und Gebiete. B: Bali, PS: Pulau Seribu (Tausend Inseln), SA: Segara Anakan.

Großgruppe	Parasitenart	neuer Wirtsnachweis	neuer Gebietsnachweis
Digenea	*Paradiscogaster farooqii*	–	SA 3, 4
	Allopodocotyle sp.	*E. areolatus*	B
	Cainocraedium epinepheli	*E. coioides*	B
	Prosorhynchus sp. I	–	B
	Prosorhynchus sp. II	–	B
	Bucephalidae indet.	–	B
Cestoda	*Bothriocephalus* sp.	*S. argus*	–
	Callitetrarhynchus gracilis	*E. coioides, E. areolatus*	B
	Parotobothrium balli	*E. areolatus*	B
Nematoda	*Anisakis typica*	–	SA 4
	Anisakis sp. (HC-2005)	–	SA 4
	Raphidascaris sp.	*E. areolatus*	B
	Camallanus carangis	–	B
	Spirophilometra sp.	–	B
Acanthocephala	*Serrasentis sagittifer*	*E. areolatus*	B
	Southwellina hispida	*E. coioides, E. areolatus*	SA 3, 4
Hirudinea	*Zeylanicobdella arugamensis*	*E. fuscoguttatus*	PS
Crustacea	*Alcirona* sp.	*E. areolatus*	B
	Gnathiidae gen. et sp. indet.	*E. areolatus*	B
	Caligus cf. *epinepheli*	*E. areolatus*	B
	Caligidae gen. et sp. indet.	*E. areolatus*	B
	Hatschekia sp.	*E. coioides, E. areolatus*	B
	Sagum epinepheli	–	B
	Pennelidae gen. et sp. indet. I	*S. argus*	–
	Pennelidae gen. et sp. indet. II	*E. areolatus*	B
	Copepoda indet.	*E. areolatus*	–
	Total	20	23

Epinephelus coioides: Bisher konnten in 28 Untersuchungen vier Vertreter der Ciliata, einer der Microsporidia, einer der Myxozoa, sieben der Digenea, 13 der Monogenea, sechs der Cestoda, 13 der Nematoda, zwei der Acanthocephala, ein Vertreter der Hirudinea und neun der Crustacea nachgewiesen werden (Tab. 2, 33). Durch die neuen Nachweise konnten diese um vier neue Parasitennachweise zugehörig zu den Digenea, Cestoda, Acanthocephala und Crustacea (jeweils ein Nachweis) ergänzt werden. Bei den untersuchten *E. coioides* stammten 77 % der weltweit bekannten Nachweise aus indonesischen Gewässern. Mit den 25 Nachweisen aus dieser Studie konnten somit 57 % der indonesischen und 44 % der weltweit bekannten Parasitenarten für diese Fischart nachgewiesen werden (Tab. 2, 33).

Epinephelus areolatus: Bisher beschäftigten sich nur wenige Untersuchungen (10) mit der Parasitierung von *Epinephelus areolatus*. Dabei konnten neun Vertreter der Digenea, drei der Monogenea, vier der Cestoda, drei der Nematoda und einer der Crustacea nachgewiesen werden (Tab. 1, 33). Durch die Nachweise in der vorliegenden Arbeit konnten somit 13 neue Parasitennachweise zugehörig zu den Digenea (1), Cestoda (2), Nematoda (1), Acanthocephala (2) und Crustacea (7) ergänzt werden. Bei *E. areolatus* stammten bisher 25 % der weltweit nachgewiesenen Parasitenarten aus indonesischen Gewässern. Die 21 Nachweise dieser Studie umfassen somit sämtliche bisher bekannten Parasitenarten für diese Fischart sowohl für Indonesien als auch weltweit. Dieses liegt darin begründet, dass diese Fischart bisher wenig parasitologisch untersucht wurde und es sich, wie bereits erwähnt, bei Indonesien um eines der Zentren mariner Biodiversität handelt (Tab. 1, 33).

Epinephelus fuscoguttatus: Insgesamt beschäftigten sich bisher 13 Untersuchungen mit der Parasitierung von *Epinephelus fuscoguttatus* (Tab. 3, 33). Es konnten in vorangegangenen Untersuchungen zwei Vertreter der Ciliata, einer der Microsporidia, einer der Myxozoa, acht der Digenea, fünf der Monogenea, drei der Cestoda, neun der Nematoda, zwei der Acanthocephala, einer der Hirudinea und neun der Crustacea nachgewiesen werden. Durch die vorliegende Untersuchung konnte den bisherigen Ergebnissen ein neuer Wirtsnachweis (Hirudinea) hinzugefügt werden. Sämtliche Parasitennachweise in den untersuchten *E. fuscoguttatus* stammten aus indonesischen Gewässern. Somit entsprechen die 13 Nachweise während dieser Untersuchung einem Drittel (32 %) der bisher für diese Fischart bekannten Parasitenarten. Dieses ist auf die zahlreichen existierenden Untersuchungen und die kommerzielle Bedeutung dieser Fischart, besonders im Marikulturbereich, zurückzuführen (Tab. 3, 33).

Tabelle 33: Nachgewiesene Parasitenarten der untersuchten Fischarten für Indonesien und weltweit. Angabe der in dieser Studie erbrachten Artenanzahlen (rot) mit prozentualem Anteil dieser Nachweise an den bereits existierenden Nachweisen (in Fettschrift) für Indonesien und weltweit. n: Anzahl untersuchte Fische, n.u.: nicht untersucht.

		Vorangegangene Arbeiten		Aktuelle Studie		
		Artenanzahlen		**Artenanzahlen**	**abgedeckter Anteil in %**	
Fischart	**Parasitentaxa**	**Indonesien**	weltweit	**Indonesien**	**Indonesien**	weltweit
Epinephelus coioides	Ciliata	**2**	4	**1**	**50**	25
n=195	Microsporidia	**1**	1	**1**	**50**	50
	Myxozoa	**1**	1	n.u.	–	–
	Digenea	**6**	7	**5**	**83**	71
	Monogenea	**7**	13	**1**	**14**	8
	Cestoda	**4**	6	**4**	**100**	66
	Nematoda	**12**	13	**4**	**33**	31
	Acanthocephala	**2**	2	**1**	**50**	50
	Hirudinea	**1**	1	**1**	**100**	100
	Crustacea	**8**	9	**7**	**88**	78
	total	**44**	57	**25**	**57%**	44%
E. areolatus	Ciliata	–	–	–	–	–
n=60	Microsporidia	–	–	**1**	**100**	100
	Myxozoa	–	–	n.u.	–	–
	Digenea	–	9	**5**	**100**	56
	Monogenea	**3**	3	**1**	**33**	33
	Cestoda	–	4	**2**	**100**	50
	Nematoda	**2**	3	**4**	**100**	100
	Acanthocephala	–	–	**2**	**100**	100
	Hirudinea	–	–	–	–	–
	Crustacea	–	1	**6**	**100**	100
	total	**5**	20	**21**	**100%**	100%
E. fuscoguttatus	Ciliata	**2**	2	**1**	**50**	50
n=70	Microsporidia	**1**	1	–	–	–
	Myxozoa	**1**	1	n.u.	–	–
	Digenea	**8**	8	**5**	**63**	63
	Monogenea	**5**	5	**2**	**40**	40
	Cestoda	**3**	3	**1**	**33**	33
	Nematoda	**9**	9	**2**	**22**	22
	Acanthocephala	**2**	2	–	–	–
	Hirudinea	**1**	1	**1**	**100**	100
	Crustacea	**9**	9	**1**	**11**	11
	total	**41**	41	**13**	**32%**	32%
Scatophagus argus	Ciliata	**3**	3	**1**	**33**	33
n=58	Microsporidia	–	1	**1**	**100**	100
	Myxozoa	–	–	n.u.	–	–
	Digenea	**2**	2	**2**	**100**	100
	Monogenea	**1**	1	**1**	**100**	100
	Cestoda	–	–	**1**	**100**	100
	Nematoda	**3**	3	**1**	**33**	33
	Acanthocephala	**2**	2	**1**	**50**	50
	Hirudinea	**1**	1	–	–	–
	Crustacea	**8**	11	**5**	**63**	45
	total	**20**	24	**13**	**65%**	54%

Scatophagus argus: Bisher konnten in 15 Untersuchungen drei Vertreter der Ciliata, einer der Microsporidia, zwei der Digenea, einer der Monogenea, drei der Nematoda, zwei der Acanthocephala, ein Vertreter der Hirudinea und elf der Crustacea nachgewiesen werden (Tab. 4, 33). Durch die neuen Nachweise in der vorliegenden Arbeit konnten somit zwei neue Parasitennachweise, zugehörig zu den Cestoda und den Crustacea (jeweils ein Nachweis), hinzugefügt werden. Bei den untersuchten *Scatophagus argus* sind 83,3 % der weltweit nachgewiesenen Parasitenarten aus indonesischen Gewässern bekannt. Die 13 erbrachten Parasitennachweise dieser Studie stellen somit 65 % der aus Indonesien und 54 % der weltweit erbrachten Parasitennachweise für diese Fischart dar (Tab. 4, 33), was dem Verbreitungsmuster dieser Fischart zugrunde liegt. *S. argus* wird besonders in Indonesien als ein beliebter und günstiger Speisefisch der ärmeren Bevölkerung gehandelt und spielt im Aquarienhandel eine Rolle (Kapitel 2.2.1).

Auffällig bei der Gegenüberstellung der bereits nachgewiesenen Parasitenarten ist, dass trotz unterschiedlichem Probenumfang die isolierten Parasitenarten außer bei *E. fuscoguttatus* immer über 50 % der bereits aus Indonesien nachgewiesenen Parasitenarten abdecken (57 bis 100 %). Im Fall von *E. areolatus* und *S. argus* gilt dies auch für die weltweiten Nachweise (54 bis 100 %) (Tab. 33). Dies spricht für die enorm hohe Biodiversität der indonesischen Küstenökosysteme.

5.2 Vergleich der Untersuchungsgebiete

***Epinephelus coioides* der Segara Anakan Gebiete und Bali:** Vor allem durch die Arbeiten von Rückert (2006) und Rückert et al. (2009b) wurden detaillierte parasitologische Untersuchungen an dieser Fischart in Indonesien durchgeführt, welche der vorliegenden Arbeit als Diskussionsgrundlage dienen. Durch Rückert (2006) konnten 32 neue Wirts- und 35 neue Gebietsnachweise erbracht werden. So lagen vor den Untersuchungen von Rückert (2006) und Rückert et al. (2009b) nur vereinzelte Studien zum Parasitenbefall von *E. coioides* vor (Tab. 2). Rückert (2006) und Rückert et al. (2009b) wiesen Prävalenzen von 3,3 bis 15,4 % für ***Trichodina* spp.** gehälterter und freilebender *E. coioides* aus Lampung nach. Yuniar (2005) konnte 10 bis 40 % und Palm und Rückert (2009) 55 % Prävalenz für *Trichodina* spp. aus freilebenden *E. coioides* der Segara Anakan Lagune nachweisen. Die Ergebnisse in dieser Arbeit spiegeln Prävalenzen von 17,1 bis 51,4 % der freilebenden *E. coioides* aus der Segara Anakan Area 3 und vor Bali wider. Die höheren Prävalenzen stammten hierbei aus dem Gebiet innerhalb der Segara Anakan Lagune und der niedrigere Befall aus Bali. Dies kann in diesem Fall auf eine höhere bakterielle Belastung in der Segara Anakan hindeuten (Palm und Dobberstein 1999, Yeomans et al. 1997). **Microsporea gen. et sp. indet.** wurden bisher für *E. coioides* ausschließlich in den Untersuchungen von Rückert (2006) und Rückert et al. (2009b) in Lampung mit Prävalenzen von 2,9 bis 41,5 % nachgewiesen. In der vorliegenden Arbeit lagen die Prävalenzen bei 6,7 bis 17,1 %.

Es konnten bereits in vorangegangenen Studien verschiedene **Digenea** aus dieser Fischart dokumentiert werden. So wurden z.B. verschiedene Bucephalidae gen. et sp. indet. von Palm und Rückert (2009) und Yuniar (2005) mit 4,8 % Prävalenz isoliert. Ebenfalls zu dieser Familie gehörige *Prosorhynchus luzonicus* und *Prosorhynchus* sp. I (ehemals *P. australis*, siehe Bray und Palm 2009) konnten von Rückert (2006) und Rückert et al. (2009b) mit 3,3 bis 90,8 % und 6,7 bis 24,6 % dokumentiert werden. In dieser Arbeit traten die Bucephalidae gen. et sp. indet. mit 3,3 % in deutlich geringerem Befall auf. *P. luzonicus* und *Prosorhynchus* sp. I traten mit 6,7 % und 11,4 bis 26,7 % Prävalenz in Erscheinung. Auch konnten *Prosorhynchus* sp. II mit 5,7 % Prävalenz nachgewiesen werden. Die bei Rückert (2006) und Rückert et al. (2009b) vorkommenden *Lecithochirium magnaporum* mit geringen Befallszahlen (4,6 und 1,5 % Prävalenz) und Sanguinicolidae gen. et sp. indet. aus Lampung konnten in dieser Studie bei dieser Fischart nicht isoliert werden. Es war möglich, in dieser Untersuchung aus balinesischen Gewässern einen Digenea, *Cainocraedium epinepheli*, mit 6,7 bis 11,4 % Prävalenz neu nachzuweisen. Dies liegt in den unterschiedlichen Untersuchungsgebieten und den bisher nur wenig fischparasitologisch erforschten balinesischen Gewässern begründet. Didymozoidae indet. wurden von Rückert (2006) mit geringer Prävalenz (1,4 %) und *Didymodiclinus* sp. von Palm und Rückert (2009) und Yuniar (2005) mit hoher Prävalenz von 80,9 % nachgewiesen. In der vorliegenden Studie konnten *Didymodiclinus* sp. mit 2,9 bis 40,0 % Prävalenz aus der Segara Anakan (Area 3 und 4) und den Gewässern vor Bali dokumentiert werden. Auffällig bei den nachgewiesenen Digenea dieser Studie ist, dass innerhalb der Segara Anakan Lagune (Area 3) keine Art über 31,4 % Prävalenz erreichte. Nur zwei verschiedene Digenea Arten waren generell in diesem Gebiet vertreten. Im Gegensatz dazu kamen jeweils drei Digenea Arten aus Area 4 und in Bali mit bis zu 40,0 % Prävalenz vor. Innerhalb der **Monogenea** konnten von Rückert (2006) und Rückert et al. (2009b) die Arten *Benedenia epinepheli* (10,0 bis 70,8 % Prävalenz) und *Neobenedenia melleni* (7,1 bis 16,7 % Prävalenz) in gehälterten und freilebenden Fischen aus Lampung nachgewiesen werden. *Diplectanum* sp. wurde von Diani et al. (1996) dokumentiert. Diese drei Arten konnten in der vorliegenden Studie nicht von *E. coioides* isoliert werden. *Pseudorhabdosynochus epinepheli* und *P. lantauensis* wurden von Rückert (2006) mit 100 % Befallshäufigkeit nachgewiesen. In der vorliegenden Arbeit lagen die Prävalenzen der untersuchten *E. coioides* aus der Segara Anakan (3 und 4) und Bali etwas niedriger, bei 53,3 bis 97,1 % für *P. lantauensis*. In gehälterten *E. coioides* anderer Gewässer wurden diverse andere Monogenea dokumentiert (Tab. 2). Die reduzierten Prävalenzen der gefundenen *P. lantauensis* lassen sich auf die Fangmethoden und darauf, dass z.T. tote Fische vom Fischmarkt gekauft werden mussten, zurückführen. Bei den **Cestoda** konnte von Palm und Rückert (2009) und Yuniar (2005) der bothriocephalide *Bothriocephalus* sp. zu 23,8 % Prävalenz aus der Segara Anakan dokumentiert werden. Bei der vorliegenden Untersuchung lagen die Prävalenzen bei 8,6 bis 26,7 % für diesen Cestoda. Auch wurden *Scolex pleuronectis* von Rückert (2006) und Rückert et al. (2009b) mit 3,3 bis 30 % und *Parotobothrium balli* mit 6,7 bis 15,4 % Prävalenz nachgewiesen. In dieser Studie lag die

Befallsrate für *S. pleuronectis* in einem ähnlichen Bereich (2,9 bis 42,9 %) und für *P. balli* etwas niedriger (8,6 %). Der trypanorhynche Cestoda *Nybelinia indica* konnte bisher nur von Palm (2004) und Rückert (2006) in *E. coioides* nachgewiesen werden. In der vorliegenden Untersuchung wurde *Callitetrarhynchus gracilis* als neuer Wirtsnachweis für *E. coioides* mit geringer Prävalenz (3,3 %) erbracht. Innerhalb der Segara Anakan (Area 3) wurden somit zwei verschiedene Cestoda Arten mit geringen Prävalenzen (2,9 und 8,6 %) gefunden. Im Küstenbereich vor der Segara Anakan war es nur eine Cestoda Art, diese jedoch mit deutlich höherer Prävalenz (20,0 bis 26,7 %). Im Vergleich hierzu wurden aus balinesischen Gewässern drei Cestoda Arten mit bis zu 42,9 % Prävalenz isoliert. Innerhalb der **Nematoda** wurden aus indonesischen Gewässern zahlreiche Nachweise erbracht. So konnten Rückert (2006) und Rückert et al. (2009b) *Raphidascaris* sp. I mit Prävalenzen von 3,3 bis 17,1 % bei gehälterten und freilebenden *E. coioides* aus Lampung nachweisen. Gleichzeitig lag der Befall der freilebenden *E. coioides* aus der Segara Anakan Lagune und von Bali innerhalb dieser Studie bei 2,9 bis 28,6 %. Die von Rückert (2006) dokumentierten *Raphidascaris* sp. II konnten in der vorliegenden Arbeit nicht nachgewiesen werden. Der Nematoda *Camallanus carangis* (ehemals *C. paracarangis*) wurde ebenfalls bereits von Rückert (2006) mit einer Prävalenz von 4,6 bis 11,4 % verzeichnet (gehälterte und freilebende Fische) und lag somit in der vorliegenden Arbeit etwas niedriger (2,9 %). Vertreter der Philometroidae, wie *Philometra* sp. II und *Philometra* sp. III, wurden von Yuniar (2005) mit z.T. hohen Prävalenzen nachgewiesen (66,7 und 9,5 %). In dieser Studie lagen die Befallsraten für *Philometra* sp. bei 22,6 bis 34,3 %. Rückert (2006) wies außerdem noch *Philometra ocularis* einzig in freilebenden *E. coioides* aus Ringgung nach, welche in dieser Untersuchung nicht nachgewiesen werden konnten. *Spirophilometra* sp. (hier identisch mit den aufgeführten *Philometroides* sp. in Rückert 2006) wurden mit einem Befall von 15,7 % von Rückert (2006) in freilebenden *E. coioides* nachgewiesen. In der vorliegenden Arbeit lagen die Befallszahlen mit 23,3 bis 42,9 % Prävalenz deutlich höher. Ebenfalls nur von Rückert (2006) und Rückert et al. (2009b) für diese Fischart nachgewiesene Nematoda waren *Paracuaria adunca* (1,4 %), *Echinocephalus* sp. (1,0 %), *Hysterothylacium* sp. I (2,9 bis 10,8 %) und *Terranova* sp. (8,6 bis 12,3 %). Die Artenanzahl innerhalb der Nematoda lag in der Segara Anakan (Area 3) bei drei Arten mit bis zu 42,9 % Prävalenz. Im Küstenbereich der Segara Anakan waren es ebenfalls drei Arten mit etwas geringerem Maximalbefall (36,7 %). Im Vergleich zu diesen beiden zusammenhängenden Gebieten konnten aus den Gewässern vor Bali vier verschiedene Nematoda Arten mit einem maximalen Befallswert von 34,3 % Prävalenz isoliert werden. Bei den **Acanthocephala** stammen beide bisherigen Nachweise für *Gorgorhynchus* sp. (von Verweyen (2009) als *Gorgorhynchoides golvani* nachbestimmt) (6,2 %) und *Serrasentis sagittifer* (3,3 bis 12,3 %) von Rückert (2006) und Rückert et al. (2009b). Beide angeführten Acanthocephala konnten während der vorliegenden Untersuchungen nicht aus *E. coioides* isoliert werden. Dafür wurde mit *Southwellina hispida* (2,9 bis 20,0 %) aus *E. coioides* der Segara Anakan beider Standorte (Area 3 und 4) ein neuer Wirtsnachweis erbracht. Dieser Acanthocephala konnte ausschließlich aus den beiden Standorten der Segara Anakan

Lagune isoliert werden. Der ektoparasitische **Hirudinea** *Zeylanicobdella arugamensis* konnte bereits von Palm und Rückert (2009) und Yuniar (2005) an *E. coioides* der Segara Anakan nachgewiesen werden (9,5 %). Die Befallszahlen der vorliegenden Studie lagen mit 8,6 bis 40,0 % deutlich höher. Dieser erhöhte Wert im Vergleich zu der Untersuchung in 2004 legt die Vermutung eines zunehmenden Verschmutzungsgrades der Lagune nahe (Grosser et al. 2001, Metcalfe et al. 1984) (siehe auch Kapitel 5.4). Es wurden bereits verschiedene Vertreter der **Crustacea** bei *E. coioides* aus Indonesien nachgewiesen. So gab Rückert (2006) eine hohe Prävalenz (65,7 %) für *Alcirona* sp. freilebender *E. coioides* aus Ringgung an. In der vorliegenden Arbeit wurde *Alcirona* sp. mit 6,7 bis 31,4 % Prävalenz aus allen Untersuchungsgebieten nachgewiesen. Gnathiidae gen. et sp. indet. konnten von Rückert (2006) und Rückert et al. (2009b) mit 1,4 bis 3,3 % Prävalenz dokumentiert werden. Die Prävalenz dieser Isopoda lag in dieser Studie bei 5,7 bis 40,0 % deutlich höher. Yuniar (2005) und Yuniar et al. (2007) wiesen *Caligus* cf. *epinepheli* mit einem Befall von 4,8 % Prävalenz in der Segara Anakan nach, was fast den Werten in dieser Untersuchung mit 5,7 % entspricht. Bei *Sagum epinepheli* wurde eine 1,4 %-ige Prävalenz von Rückert (2006) nachgewiesen. In dieser Arbeit lag die Prävalenz für diesen Crustacea ähnlich gering bei 2,9 %. Pennelidae gen. et sp. indet. konnten sowohl von Rückert (2006) und Rückert et al. (2009b) als auch von Yuniar (2005) und Yuniar et al. (2007) mit 3,3 bis 68,6 % und mit 71,4 % Prävalenz bei freilebenden *E. coioides* aus Lampung und der Segara Anakan nachgewiesen werden. Diese Copepoda wurden in dieser Studie mit Prävalenzen von 2,9 bis 56,7 % (Pennelidae gen. et sp. indet. I und II) gefunden. Bisher nur von Rückert (2006) nachgewiesen wurde *Argathona rhinoceros* (7,1 % Prävalenz) in freilebenden *E. coioides* aus Ringgung. Erstmals in *E. coioides* dokumentiert wurde die Gattung *Hatschekia* während der vorliegenden Studie mit 14,3 % Prävalenz aus Gewässern vor Bali. Bei den Crustacea wurden in der Segara Anakan (Area 3) vier verschiedene Arten mit bis zu 40,0 % Prävalenz nachgewiesen. Im Küstengebiet der Lagune konnten ferner drei Arten mit bis zu 56,7 % Prävalenz und im Vergleich aus den Gewässern vor Bali sechs verschiedene Arten mit Befallszahlen bis zu 33,3 % dokumentiert werden. An dieser Stelle muss erwähnt werden, dass die Unterschiede zu vorherigen Untersuchungen anderer Autoren bezüglich der Ektoparasiten (Crustacea und Monogenea) z.T. daraus resultieren, dass die Fische aus Marikulturanlagen stammten, wo durch Behandlungen der Fische der Befall mit Ektoparasiten reduziert wurde.

Anhand der Cluster-Analyse und des MDS Plots zwecks vergleichender Darstellung ist eine eindeutige Trennung der Parasitenfauna der untersuchten *E. coioides* des ersten Untersuchungsjahres von Bali im Gegensatz zu denen aus dem Gebiet der Segara Anakan zu erkennen (Abb. 45). Im zweiten Untersuchungsjahr dieser Fischart und derselben Gebiete ist eine stärkere Durchmischung der Einzelwerte innerhalb der drei Untersuchungsgebiete zu verzeichnen (Abb. 46). In beiden Fällen sind die Parasitenfaunen der Fische innerhalb und im Küstenbereich der Segara Anakan nicht voneinander trennbar. Dass die Parasitengemeinschaften der beiden Segara Anakan Gebiete sich stark ähneln, liegt daran, dass die Fische nicht immer am selben Ort verweilen, sondern durch Migration in verschiedene

Gewässer wandern und so unterschiedlichen Umwelteinflüssen z.T. beider Gebiete ausgesetzt sind. Der Unterschied zu den vor Bali untersuchten *E. coioides* im ersten Untersuchungsjahr liegt in der größeren geographischen Distanz der Fischpopulationen begründet. Dies spricht für eine absolute Trennung der Fischpopulationen über weite Distanz, während bei den Fischen innerhalb und außerhalb der Lagune nicht ganz ausgeschlossen werden kann, dass es sich um dieselbe Population handelt. Die Cluster-Analyse und der MDS Plot des zweiten Untersuchungsjahres weist auf eine Verschiebung der Umweltparameter hin, die in einer Angleichung der Parasitenfaunen der Standorte resultiert. Betrachtet man die dargestellten Cluster-Analysen und MDS Plots, so ist besonders im Küstengebiet zu sehen, dass im ersten Untersuchungsjahr die Parasitenabundanzen eher denen innerhalb der Segara Anakan gleichen, während sie im zweiten Untersuchungsjahr dem des Küstenbereiches vor Bali ähneln (Abb. 45-46).

Es ist somit festzustellen, dass die Anzahl der endoparasitischen Cestoda und Nematoda beider Segara Anakan Gebiete unter denen der aus Bali nachgewiesenen Anzahlen liegt. Ähnliche Werte für die Digenea Arten des Küstenbereiches der Segara Anakan und Bali könnten ferner für ähnliche Umweltbedingungen der beiden Küstenökosysteme zu den Untersuchungszeiträumen sprechen (Dzikowski et al. 2003, Hechinger et al. 2007, Marcogliese 2003, 2005). Eine Ausnahme dieses Trends stellen die Acanthocepala dar, welche bei *E. coioides* nur von den beiden Segara Anakan Standorten nachgewiesen wurden. Die Gesamtartenanzahl lag mit 17 Arten der untersuchten *E. coioides* aus Bali über jener der Segara Anakan Lagune (Area 3) mit 15 Arten und über der des Küstenbereiches der Segara Anakan mit 14 Arten (Abb. 40).

***Epinephelus areolatus* der Segara Anakan und Bali:** Zwei parasitologische Nachweise für *E. areolatus* aus indonesischen Gewässern erfolgten durch Palm et al. (2008) mit *Anisakis* sp. und *Philometra* sp. ohne Angabe von Prävalenzen für die freilebenden balinesische Fische. Die übrigen drei Nachweise von Monogenea wurden, ebenfalls ohne Befallszahlen, aus gehälterten Fischen Sumatras erbracht (Bu et al. 1999). Weitere Untersuchungen fanden im Arabischen Golf, in Dubai, in Sharjah, im Südlichen Ozean, in Indien, im Rotem Meer, im Golf von Aden, in Neukaledonien und Thailand statt (Tab. 1). **Microsporea gen. et sp. indet.** konnten nur aus *E. areolatus* vor Bali mit geringer Prävalenz (6,7 %) isoliert werden. Innerhalb der **Digenea** konnten fünf Arten nachgewiesen werden, wobei zwei Arten aus dem Küstenbereich der Segara Anakan stammten, mit geringen Prävalenzen von 6,7 % für *Prosorhynchus* sp. I und 3,3 % für *Lecithochirium magnaporum*. Die drei isolierten Digenea Arten von *E. areolatus* aus Bali setzten sich aus *Didymodiclinus* sp., *Allopodocotyle* sp. und *Prosorhynchus* sp. II zusammen, wobei die Befallszahlen zwischen 3,3 und 100 % lagen. Bei den **Monogenea** beschränkten sich die Nachweise auf nur eine Gattung. *Pseudorhabdosynochus* sp. konnte nur aus den Gewässern vor Bali mit geringer Prävalenz (3,3 %) nachgewiesen werden. Die Nachweise innerhalb der **Cestoda** für diese Fischart der vorliegenden Studie setzen sich aus zwei Arten zusammen, *Callitetrarhynchus gracilis* (6,7 % Prävalenz) und *Parotobothrium balli* (3,3 %

Prävalenz). Sie wurden nur in Fischen aus Bali dokumentiert. Bei den **Nematoda** konnten vier verschiedene Arten nachgewiesen werden, darunter Vertreter der zoonotischen Gattung *Anisakis*, *Anisakis typica* und *Anisakis* sp. (HC-2005). Dabei trat *A. typica* mit gleichen Prävalenzen in beiden Untersuchungsgebieten, der Segara Anakan (Area 4) und Bali mit jeweils 73,3 % Prävalenz auf. Die mittlere Abundanz und die Intensität lag bei den Fischen aus Bali (mit 3,97 und 1-28) über den Werten der Fische aus der Segara Anakan (mit 1,67 und 1-12). *Anisakis* sp. (HC-2005) wurde nur aus den Fischen der Segara Anakan isoliert (3,3 % Prävalenz), was eher ungewöhnlich erscheint, da aufgrund der Endwirte (Cetacea, Delphinidae) der Standort vor Bali als Verbreitungsgebiet angenommen werden müsste (Klimpel 2008a, Palm et al. 2008). *Raphidascaris* sp. wurde aus den untersuchten *E. areolatus* nur vor Bali mit einer Prävalenz von 36,7 % dokumentiert. Dies ist ebenfalls ungewöhnlich, da diese Nematoda Gattung bereits aus *E. coioides* desselben Standorts der Segara Anakan nachgewiesen werden konnte. Allerdings waren auch dort die Befallszahlen außerhalb der Lagune mit nur 3,3 % Prävalenz gering und lagen innerhalb der Lagune mit 2,9 bis 8,6 % Prävalenz etwas darüber. In Bali waren sie mit 20,0 bis 28,6 % Prävalenz am höchsten. *Philometra* sp. zeigte ein ähnliches Vorkommen und konnte nur vor Bali isoliert werden (10,0 % Prävalenz). Diese Art trat jedoch in den untersuchten *E. coioides* außerhalb der Segara Anakan mit 23,3 % und innerhalb sogar mit 22,6 bis 34,3 % Prävalenz auf. Am höchsten waren die Befallszahlen auch hier in den *E. coioides* vor Bali mit 33,3 bis 34,3 % Prävalenz. Dies spricht für ein besseres Wirtsangebot für diese Nematoda innerhalb der Lagune im Gegensatz zu dem Küstengebiet. Die Unterschiede im Befall dieser beiden Fischarten mit diesen Nematoda zeigt eine unterschiedliche Lebensweise der Fische an. Innerhalb der **Acanthocephala** traten zwei Arten in Erscheinung. *Serrasentis sagittifer* nur aus *E. areolatus* balinesischer Gewässer mit 16,7 % Prävalenz und *Southwellina hispida* mit 3,3 % Prävalenz aus dem Küstenbereich der Segara Anakan. Die isolierten **Crustacea** bestanden aus fünf verschiedenen Arten, wobei zwei aus dem Küstenbereich der Segara Anakan und fünf vor Bali isoliert werden konnten. Die Prävalenzen lagen bei den Fischen der Segara Anakan am höchsten für *Hatschekia* sp. mit 63,3 % und am niedrigsten für Gnathiidae gen. et sp. indet. mit 50,0 %. Bei den untersuchten *E. areolatus* vor Bali war ebenfalls die Prävalenz für *Hatschekia* sp. mit 76,7 % am höchsten. Am niedrigsten mit je 3,3 % war die Prävalenz für *Alcirona* sp. und *Caligus* cf. *epinepheli*.

Die Cluster-Analyse und der MDS Plot der untersuchten *E. areolatus* zeigt eine signifikante Trennung der Parasitenfaunen beider Untersuchungsgebiete (R: 0,642, S: 0,1 %) (Abb. 47). Dies kann auf Unterschiede in den äußeren Einflüssen, abiotischer und biotischer Natur, zurückzuführen sein. So wird auch das Nahrungsangebot in beiden Gebieten in unterschiedlichen Futterpräferenzen derselben Fischart resultieren, was wiederum die Zusammensetzung der Parasitenfauna beeinflusst (Klimpel et al. 2003a, b, Theisen 2009) (Kapitel 5.7).

Abgesehen von den gleichverteilten Acanthocephala (eine Art pro Gebiet) lagen alle Artenanzahlen der endoparasitischen Taxa (Digenea zwei zu drei Arten, Cestoda null zu zwei Arten

und zwei zu drei Arten für die Nematoda) bei den untersuchten *E. areolatus* aus den Gewässern vor Bali höher. Die Gesamtartenanzahl lag dort mit 16 Arten mehr als doppelt so hoch wie der entsprechende Wert für die Segara Anakan Lagune (Area 4), die nur bei sieben lag (Abb. 40). Diese höhere Artenanzahl könnte im Sinne von Diamant und Westernhagen (1999) für eine geringere Gewässerbelastung der Gewässer vor Bali sprechen (siehe auch Kapitel 5.4).

***Scatophagus argus* innerhalb und außerhalb der Segara Anakan Lagune:** Zu den **Ciliata** gehörende *Trichodina* spp. konnten in *Scatophagus argus* bereits in mehreren Arbeiten dokumentiert werden. Slade (2001) wies *Trichodina* spp. von *S. argus* aus Gewässern bei Pelabuhan Ratu (Java) nach und Rückert et al. (2009a) und Yuniar (2005) isolierten diese Ciliata von *S. argus* der Segara Anakan Lagune mit 11,1 bis 55,5 % Prävalenz. **Microsporidia**, in dem Fall *Glugea anomala*, wurden bisher für *S. argus* nur aus malayischen Gewässern nachgewiesen (Laird 1956). Die Prävalenz in der vorliegenden Studie für Microsporea gen. et sp. indet. lag bei 16,6 bis 25,0 % für die Exemplare beider Standorte der Segara Anakan. Die zu den **Digenea** gehörenden *Paradiscogaster farooqii* konnten bereits von Bray (1984) aus *S. argus* des Indischen Ozeans nachgewiesen werden. In dieser Arbeit lagen die Prävalenzen bei 5,0 bis 30,0 % beider Segara Anakan Standorte. Der Digenea *Prosorhynchus* sp. II konnte bei *S. argus* aus Fischen des Küstenbereiches der Segara Anakan mit 5,6 % Prävalenz nachgewiesen werden. Somit traten zwei Arten der Digenea in Erscheinung. Innerhalb der **Monogenea** ist bisher nur eine Art für *S. argus* bekannt. Es handelt sich um *Metahaliotrema scatophagi*, die sowohl von Rückert et al. (2009a) und Yuniar (2005) zu 88,6 bis 100 % Prävalenz aus der Segara Anakan als auch von Yamaguti (1953) aus Sulawesi (Ujung, Pandang, Makassar) nachgewiesen werden konnte. In der vorliegenden Untersuchung lag der Befall mit *M. scatophagi* bei 50,0 bis 80,0 % Prävalenz von *S. argus* beider Standorte der Segara Anakan. Der **Cestoda** *Bothriocephalus* sp. stellt einen neuen Wirtsnachweis dar und wurde zu 5,6 % Prävalenz aus *S. argus* des Küstenbereiches der Segara Anakan dokumentiert. Innerhalb der **Nematoda** wurde ein Vertreter nachgewiesen. *Cucullanus* sp. konnte schon von Rückert et al. (2009a) und Yuniar (2005) zu 28,6 % Prävalenz aus *S. argus* der Segara Anakan Lagune isoliert werden. In deren Untersuchung traten auch *Procamallanus* sp. und *Capillaria* sp. auf. In der vorliegenden Arbeit waren es 5,0 bis 30,0 % Prävalenz beider Standorte der Segara Anakan für *Cucullanus* sp. Auch innerhalb der **Acanthocephala** wurde nur eine Art nachgewiesen. Es handelte sich um *Filisoma rizalinum.* Vertreter dieser Gattung wurden aus *S. argus* der Segara Anakan Lagune bereits von Rückert et al. (2009a) und Yuniar (2005) nachgewiesen (28,6 bis 45,7 % Prävalenz), welche als *Filisoma* cf. *indicum* identifiziert wurden. Die Annahme liegt nahe, dass es sich wahrscheinlich in beiden Fällen um dieselben Acanthocephala handelt. Während der vorliegenden Studie traten die isolierten *F. rizalinum* mit einer 11,1 bis 35,0 % Prävalenz an beiden Standorten der Segara Anakan auf, allerdings mit höherem Befall innerhalb der Lagune (25,0 bis 35,0% vs. 11,1 %, Tab. 16).

Innerhalb der **Crustacea** traten fünf verschiedene Arten bzw. Gattungen in beiden Untersuchungsgebieten in *S. argus* auf. Eine davon war *Caligus acanthophagri*, der auch von Yuniar et al. (2007) mit 71,4 bis 85,7 % Prävalenz innerhalb der Segara Anakan gefunden wurde. In dieser Arbeit lagen die Prävalenzen zwischen 25,0 und 80,0 %. Die Gattung *Cymothoa* konnte gleichfalls von Yuniar et al. (2007) am selben Standort mit 28,6 % Prävalenz dokumentiert werden. In der vorliegenden Untersuchung waren es 20,0 bis 55,0 für *Cymothoa elegans* innerhalb und außerhalb der Segara Anakan Lagune. Die Crustacea *Ergasilus* sp., Gnathiidae gen. et sp. indet. und erstmals für diese Fischart Pennelidae gen. et sp. indet. konnten in der vorliegenden Studie nur mit geringen Prävalenzen zwischen 5,0 und 10,0 %, überwiegend innerhalb der Segara Anakan Lagune, nachgewiesen werden. Yuniar et al. (2007) wies zwei *Ergasilus* Arten und auch Gnathiidae gen. et sp. indet. innerhalb der Segara Anakan nach, wobei die Prävalenz der einen *Ergasilus* Art mit 74,3 bis 82,9 % Prävalenz sehr hoch lag.

Die Cluster-Analyse und der MDS Plot der untersuchten *S. argus* der beiden Untersuchungsgebiete zeigten ein ähnliches Muster, vergleichbar mit dem vorangegangen diskutierten von *Epinephelus coioides*. Es besteht eine signifikante Ähnlichkeit der beiden Untersuchungsgebiete (R: 0,154, S: 0,1 %) (Abb. 48).

Die endoparasitischen Taxa, Digenea und Cestoda waren demnach im Küstenbereich der Segara Anakan (Area 4) jeweils um eine Art stärker vertreten als innerhalb der Lagune. Umgekehrt lagen die Artenanzahlen der ektoparasitischen Crustacea innerhalb der Lagune bei fünf Arten, was zwei Arten mehr als die drei außerhalb nachgewiesenen Taxa ausmacht (Abb. 40).

Zusammenfassend lassen sich die vorhandenen regionalen Unterschiede der Artenzusammensetzungen innerhalb der Parasitentaxa der untersuchten Fischarten der vorliegenden Arbeit und im Vergleich zu vorangegangenen Untersuchungen durch unterschiedliche externe Einflüsse erklären, die auf die Untersuchungsgebiete einwirken. In verschiedenen Veröffentlichungen wird ausgesagt, dass drei verschiedene Kategorien Kohlenwasserstoff-, Schwermetall- und thermale Verschmutzung die Anzahl und Verbreitung mariner Parasiten beeinflussen (MacKenzie et al. 1995, siehe auch Diamant und Westernhagen 1999, Dzikowski et al. 2003, Kahn 2004, Marcogliese 2005, Palm und Dobberstein 1999). Innerhalb der Segara Anakan Lagune (Area 3) ist das Gewässer sowohl den urbanen (Stadt Cilacap) als auch den industriellen Einwirkungen (Ölraffinerie, Zementfabrik und Hafenbetrieb) ausgesetzt (Khrycheva 2009, Rückert et al. 2009a, Yoganathan 2009). Nach Palm und Rückert (2009) unterliegt die Lagune unbeständigen Umwelteinflüssen, wie Regen- und Trockenzeiten, aber auch mit Sedimentation einhergehenden Trübungen, variierenden Salinitäten sowie Wassermasseneintrag durch angrenzende und einmündende Flüsse (Holtermann et al. 2009, Rückert et al. 2009a, Yuniar et al. 2007). Jennerjahn et al. (2009) deklarierten die Nährstoffverschmutzung und Euthrophierung trotz der hohen Bevölkerungsdichte der angrenzenden Stadt Cilacap und umliegender Dörfer sowie intensiver landwirtschaftlicher Nutzung als schwach, d.h. oligotroph bis mesotroph, was

sie durch einen starken Wassermassenaustausch begründen. Durch Romimohtarto et al. (1991) konnten innerhalb der Lagune Verunreinigungen durch Schwermetalle, Pestizide und Hydrocarbonate nachgewiesen werden. Khrycheva (2009) und Yoganathan (2009) konnten Verschmutzungen durch organische Schadstoffe, besonders im östlichen Teil der Segara Anakan Lagune (Area 3), belegen. Der Küstenbereich der Segara Anakan (Area 4) befindet sich in direktem Wasseraustausch mit der Brackwasser führenden Segara Anakan Lagune und wird demnach im Vergleich mit anderen indonesischen Küstenökosystemen zumindest mäßig belastet sein. Für die Gewässer vor der Südküste Balis liegen keine näheren Informationen zu den Verschmutzungsgraden vor. Der ansässige Fischmarkt in Kedonganan, die hohe Bevölkerungsdichte und der Tourismus könnten jedoch den Belastungsgrad der Gewässer ebenfalls beeinflussen, wenngleich dieser ohne die Einwirkung industrieller Schadstoffe geringer ausfallen müsste. Der Schadstoffeintrag des nahegelegenen Flughafens ist von unbekannter Größenordnung und muss ebenfalls berücksichtigt werden.

Für eine optimale Vergleichbarkeit der erhobenen Daten wäre die Beschaffung sämtlicher Fische im lebenden Zustand nötig gewesen. Aufgrund der Tatsache, dass dies trotz zahlreicher Versuche nicht immer möglich war, musste bei einigen Probennahme auf bereits tote Fische vom Fischmarkt zurückgegriffen werden. Dies machte eine Analyse der Trichodinen unmöglich, da diese beim Absterben des Fisches ihren Wirt verlassen. Auch kann bei diesen Probennahmen nicht mit absoluter Sicherheit gesagt werden, dass nicht auch andere Ektoparasiten ihren Wirt verlassen und besonders Hirudinea und Crustacea beim Fang abgestriffen wurden. Ein weiterer Kritikpunkt ist, dass im ersten Untersuchungsjahr aus organisatorischen Gründen sämtliche Ausrüstungsgegenstände nicht zur Verfügung standen und somit keine UV-Lampe eingesetzt werden konnte, was wiederum die Trichodinenbehandlung beeinflusst hat. Da vor Ort kein gutes Durchlichtmikroskop zur Verfügung stand, musste auf die Untersuchung der Myxozoen verzichtet werden. Aufgrund des relativ eng gesetzten Zeitraumes konnten keine Replikatprobennahmen durchgeführt werden, dementsprechend konnten einige der berechneten Parameter nicht statistisch abgesichert werden. Auch dies stellt eine Unsicherheitsquelle dar.

5.3 Vergleich der Annualität

Unterschiede im Jahresbefall anhand der Prävalenz-, Intensitäts- und mittleren Abundanzdaten zwischen zwei Untersuchungsjahren derselben Gebiete bei den freilebenden ***Epinephelus coioides*** deuten lediglich auf geringe Schwankungen in der Parasitierung hin (Tab. 11-13). Sowohl die totalen Artenanzahlen als auch die Anzahlen innerhalb der Parasitengroßgruppen schwanken in ihrer Zusammensetzung von einem Untersuchungsjahr zum nächsten in sämtlichen drei Untersuchungsgebieten der vorliegenden Studie (Abb. 40). Diese Schwankungen könnten natürlichen Ursprungs sein bzw. im Migrationsverhalten der Fische begründet liegen. Einige Parasitierungsunterschiede können dadurch zustande kommen, dass Fische aus umliegenden Gebieten

eingewandert sind und somit anderen äußeren Einflüssen ausgesetzt waren, oder andere Nahrungskomponenten zur Verfügung standen. Die ANOSIM Analyse der beiden Probennahmen von *E. coioides* beider Untersuchungsjahre sowohl aus der Segara Anakan in Area 3 (R: 0,146, S: 0,1 %) als auch im Küstenbereich der Segara Anakan in Area 4 (R: 0,133, S: 0,1 %) zeigt eine signifikante Gleichheit der Probennahmenzeiträume innerhalb dieser Gebiete. Dies ist ebenfalls in den beiden Untersuchungszeiträumen bei den Fischen von Bali erkennbar (R: 0,248, S: 0,1 %) (Anhang 15). Die Cluster-Analyse und der dazugehörige MDS Plot der beiden Untersuchungsjahre der *E. coioides* innerhalb der Segara Ankan wiesen keine eindeutige Gruppierung auf, zeigen aber auch keine absolute Gleichheit der Parasitenfaunen (Kapitel 4.6, Abb. 49). Diese Beobachtungen stimmen mit denen von Rückert et al. (2009c) überein, die sowohl in gehälterten als auch in freilebenden Zackenbarschen in der Bucht von Lampung (Sumatra) keine Saisonalität, aber tendenzielle Schwankungen im Jahresbefall nachwies. Unterschiede desselben Gebietes über einen Zeitraum von fünf Jahren (2004 vs. 2008/09) zeigen eine größere Auftrennung der Parasitenfaunen in der Cluster-Analyse der freilebenden *E. coioides*. Allerdings besagt auch hier die ANOSIM Analyse eine signifikante Gleichheit (R: 0,264, S: 0,1 %) (Abb. 50). Hier wäre ein größerer Unterschied zu erwarten gewesen. Die gefundenen geringen Unterschiede bzw. Schwankungen könnten einerseits am kleineren Datensatz der *E. coioides* (Tab. 7) der vorangegangenen Untersuchung bzw. in zwei Tankerunfällen in 2002 und 2004 begründet liegen, wodurch zu diesem Zeitpunkt das Ökosystem stark belastet wurde. Laut SIMPER Analyse (Kapitel 4.6, Anhang 14) liegen die Hauptunterschiede der *E. coioides* beider Jahre der Segara Anakan (Area 3) an acht Parasitenarten bzw. Taxa (*Trichodina* sp., *Didymodiclinus* sp., *Pseudorhabdosynochus* sp., *Bothriocephalus* sp., *Philometra* sp. *Spirophilometra* sp., Gnathiidae gen. et sp. indet. und Pennelidae gen. et sp. indet. I), wobei fünf davon heteroxen sind. Die Schwankungen werden demnach auf Unterschiede in den Zwischenwirtsvorkommen innerhalb der Jahre zurückzuführen sein, die wiederum aufgrund der Belastung des Ökosystems variieren (Dzikowski et al. 2003, Hechinger et al. 2007, Hudson et al. 2006, Marcogliese 2003, 2005, MacKenzie et al. 1995, Rückert et al. 2008).

Ein ähnliches Bild zeigt sich auch bei den untersuchten freilebenden ***Scatophagus argus*** innerhalb der Segara Anakan (Area 3) beider Untersuchungsjahre. Anhand der Prävalenz-, Intensitäts- und mittleren Abundanzdaten der vorliegenden Untersuchung sind Schwankungen in den aufeinanderfolgenden Beprobungsphasen erkennbar (Tab. 16). Die totalen Artenanzahlen sind in beiden Jahren konstant, zeigen aber kleinere Schwankungen in der Artenverteilung innerhalb der Microsporea und der Crustacea (Abb. 40). Die ANOSIM Analyse der Fische der Segara Anakan (Area 3) beider Jahre (2007/08 vs. 2008/09) besagt eine signifikante Gleichheit (R: 0,185, S: 0,1 %), während die ANOSIM Analyse zweier Datensätze über einen längeren Zeitraum (2004 vs. 2008/09) aus diesem Gebiet einen signifikanten Unterschied indiziert (R: 0,643, S: 0,1 %) (Kapitel 4.6, Abb. 53-54, Anhang 17). Besonders der MDS Plot dieser „Langzeitveränderung“ zeigt eine deutliche Trennung der Parasitenfaunen über die Jahre (Abb. 54). Durch die SIMPER Analyse wird ersichtlich,

dass im Jahr 2004 der vorangegangenen Untersuchung ausschließlich Ektoparasiten (*Metahaliotrema scatophagi*, *Caligus acanthophagri*, *Ergasilus* sp. III, Caligidae gen. et sp. indet. und *Thysanote* sp.) zu den Unterschieden beitrugen, während in der von 2008/09 sowohl Ekto- als auch Endoparasiten beteiligt waren. Anhand der Prävalenzdaten von Yuniar (2005) ist erkennbar, dass der Befall sowohl des Monogenea *Metahaliotrema scatophagi* als auch der Crustacea *Ergasilus* sp. III und *Caligus acanthophagri* deutlich über dem aus der vorliegenden Untersuchung lagen. Dies spricht für die Annahme, dass in 2004 das Ökosystem einer starken Belastung ausgesetzt war, wie beispielsweise einer eventuell starken Verschmutzung durch besagte Tankerunfälle in 2002 und 2004. Ein derartiger Einfluss bewirkt nach MacKenzie et al. (1995) das vermehrte Vorkommen von Ektoparasiten, da die Zwischenwirte der Endoparasiten häufig stark beeinträchtigt werden oder vollständig verschwinden (siehe auch Diamant et al. 1999, Dzikowski et al. 2003, Hechinger et al. 2007, Hudson et al. 2006, Marcogliese 2003, 2005, Rückert et al. 2008). Die Unterschiede derselben Untersuchungsgebiete in verschiedenen Jahren liegen vermutlich in den über die Zeit sich verändernden externen Einwirkungen, verursacht durch anthropogene und industrielle Einflüsse. Während in direkt aufeinanderfolgenden Jahren nur leichte Schwankungen in der Parasitenzusammensetzung auftreten, ist über den längeren Zeitraum (2004 vs. 2007/08 und 2008/09) eine eindeutige Veränderung der Parasitenfaunen erkennbar (Abb. 94).

Bei den untersuchten gehälterten ***Epinephelus fuscoguttatus*** der Marikulturanlage von den Tausend Inseln der beiden Untersuchungsjahre zeigen sich anhand der Cluster-Analyse und des MDS Plots keine Unterschiede und auch keine Schwankung in der Parasitierung innerhalb der aufeinanderfolgenden Jahre (2007/08 vs. 2008/09) (Abb. 51). Zu sehen ist ein Rückgang der Parasitenarten und auch der Befallszahlen, besonders derjenigen der Endoparasiten, im zweiten Untersuchungsjahr der vorliegenden Arbeit (Tab. 15). Die Unterschiede innerhalb der Langzeitstudie (2003/04 vs. 2008/09) sind hier ebenfalls ausgeprägter als dies bei den freilebenden Fischen der Fall war. Die Cluster-Analyse und der dazugehörige MDS Plot zeigen eine deutliche Trennung der Parasitenfaunen der gehälterten *E. fuscoguttatus* der fünf Jahre auseinanderliegenden Probennahmen in dieser Marikulturanlage (ANOSIM R. 0,766, S: 0,1 %) (Abb. 52). Bei dem Untersuchungsgebiet in der Marikultur handelt es sich um einen Nationalpark, also ein geschütztes Gebiet (White 1986). Allerdings muss hier gesagt werden, dass sämtliche Abfälle der umliegenden Inseln im Meer entsorgt werden. Auch stellt die Aktivität der laufenden Marikulturanlage (Behandlungen, Futtereinsatz und Zusatz, Fischdichten etc. siehe Tab. 5) eine Belastung für die Umwelt dar (Palm et al. eingereicht). Somit ist ein großer Einfluss der Managementmethoden auf das Ökosystem anzunehmen.

Im weiteren Verlauf dieser Arbeit soll anhand der genutzten Parameter eine genauere Aussage über die Gründe der Unterschiede in der Parasitierung sowohl der freilebenden als auch der gehälterten Fische getroffen werden, was mit Hilfe der Stargraphmethode erreicht wird (Kapitel 5.4).

5.4 Fischparasiten als Bioindikatoren indonesischer Küstenökosysteme

Im Rahmen dieser Untersuchung wurden verschiedene Parameter auf ihre Eignung als Bioindikatoren getestet. Derartige Parameter, basierend auf biologischen Daten, wurden langfristig genutzt, um Effekte von Wasserverschmutzung auf aquatische Gemeinschaften zu beschreiben (Lydy et al. 2000). Nach Lydy et al. (2000) zählen die am meisten genutzten Indizes hierbei zu einer der drei folgenden Kategorien: Diversitätsindizes, Ähnlichkeitsindizes und biotische Indizes. Generell messen dabei Diversitätsindizes die Gemeinschaftszusammensetzung innerhalb eines Habitats, während Ähnlichkeitsindizes die Gemeinschaftszusammensetzungen von zwei Standorten oder gleicher Standorte verschiedener Jahre miteinander vergleichen. Biotische Indizes stufen die Wasserqualität anhand von Mittelwert-Toleranzen sämtlicher in einem Standort gesammelten Organismen ein. Innerhalb der Nutzung verschiedener Indizes zur Untersuchung von Verschmutzungen und deren Effekten auf Artenzusammensetzungen von Lebensgemeinschaften in aquatischen Ökosystemen beruht nach Washington (1984) aus ökologischer Sicht das Hauptinteresse auf der Relation der Diversitätsindizes zur Stabilität. Ein umfassendes Review verschiedener, in aquatischen Systemen angewandter Diversitätsindizes, wurde ebenfalls von Washington (1984) präsentiert. Innerhalb seiner Ausführungen wurden 18 Diversitätsindizes evaluiert. Die meisten wurden wegen mangelnder biologischer Relevanz für unpassend befunden. Auch innerhalb der meistgenutzten Ähnlichkeitsindizes besteht nach Meinung von Washington (1984) eine zu große Diskrepanz zwischen der dahinterstehenden Theorie der Indizes und der tatsächlichen Nutzbarkeit aufgrund unzureichender Datengrundlage. Biotische Indizes werden von Washington (1984) aufgrund der Spezifität zu einem einzelnen Verschmutzungstypus abgelehnt. Dies zeigt, dass weitere Analysen erforderlich sind, um Indizes zu evaluieren, mit deren Aussage eine verlässliche Beschreibung eines Habitats gemacht werden kann. Palm (2010) teilt verschiedene Umweltindikatoren in drei Kategorien ein (Akkumulationsbioindikatoren, Effektbioindikatoren und Ökosystembioindikatoren).

An dieser Stelle werden die in dieser Arbeit berechneten Parameter (Kapitel 3.6, 3.6.1) auf ihre Eignung zur Bioindikation verschiedener Umweltbedingungen indonesischer Küstenökosysteme vorgestellt, diskutiert und abschließend bewertet. Parameter mit ähnlicher Aussage werden dabei hintereinander angeordnet. Auch die berechneten Parameter, die nicht in der visuellen Integration der Stargraphen vorkommen, fließen hier mit ein (Berger-Parker Index, Jaccard Index, Sörensen Index, Aggregations Index) (Kapitel 3.6.1). In dieser Arbeit wurde ferner versucht, mit Hilfe der berechneten Parameter den Umweltstatus/Belastungsgrad (natürliche oder unnatürliche Bedingungen) der verschiedenen Küstenökosysteme und somit auch der untersuchten Fischarten darzustellen und zu indizieren.

Was zeichnet ein gesundes Ökosystem aus? Nach Hudson et al. (2006) ist ein gesundes Ökosystem dadurch charakterisiert, dass es lange Bestand hat und Stabilität in Produktivität und Organisation aufweist (Biodiversität und Berechenbarkeit) sowie eine hohe Umweltbelastbarkeit. Im

Gegensatz dazu ist nach Diamant und Westernhagen (1999) eine durch anthropogene Umweltveränderungen unter Stress stehende Population durch eingeschränkte Verbreitung und niedrige Individuenabundanz sowie reduziertes Reproduktionspotential charakterisiert. Der ultimative Ausdruck von Stress auf eine Population ist die Herabsetzung der absoluten Anzahl an Adulten. Als mögliche „Stressoren" werden von Diamant und Westernhagen (1999) Verunreinigungen, Überfischung, Einschleppung von exotischen Arten und Lebensraumzerstörung genannt.

5.4.1 Diskussion der verwendeten Parameter

Parameter 1: **Hepatosomatischer Index**

Skalierung, Orientierung und Aussage des Parameters im System: Die Werte des Hepatosomatischen Index lagen bei den Zackenbarschen zwischen 0,50 und 2,24 und für die *Scathophagus argus* rangierten sie von 1,37 bis 1,59. Die Skalierung dieses Parameters innerhalb der Stargraphen beginnt in Zentrumnähe (negativer Bereich) mit 2,0 und fällt zum Rand hin (positiver Bereich) bis auf 0 in 0,25-er Schritten ab. Der Hepatosomatische Index kann als Indikator für die Wirkung von Schadstoffen herangezogen werden, die eine Vergrößerung der Leber bewirken. Er wird als makroskopisches Zeichen für den Stresszustand eines Organismus gewertet. Je größer der Wert ist, desto mehr Enzyme sind in der Leber aktiv (Munkittrik et al. 1994). Dieser Umstand kann als höherer Verschmutzungsgrad eines Ökosystems eingestuft werden.

Ökosystembewertung: Sowohl innerhalb der ***Epinephelus coioides*** als auch der ***E. areolatus*** waren signifikante Unterschiede des Hepatosomatischen Index zwischen den verschiedenen Untersuchungsgebieten vorhanden (Kapitel 4.1, Tab. 17, 20). Signifikant unterschiedlich in dieser Arbeit waren die Werte des Hepatosomatischen Index der beiden Untersuchungsjahre von ***E. fuscoguttatus*** (Kapitel 4.1). Diese signifikanten Unterschiede der jeweiligen Fischarten indizieren unterschiedliche Verschmutzungs- und Belastungsgrade innerhalb der Gebiete. So indizieren die Daten der ***E. coioides*** dieser Untersuchung die höchste Umweltbelastung innerhalb der Segara Anakan im zweiten Untersuchungsjahr mit 1,37 und die niedrigste Umweltbelastung im Küstengebiet der Segara Anakan mit 0,77. Erstaunlich sind die Werte der freilebenden *E. coioides* aus Sumatra (Ringgung) (Rückert 2006), die mit 1,57 unerwartet hoch liegen. Innerhalb der ***E. fuscoguttatus*** ist der Wert des Hepatosomatischen Index fast stetig steigend, von 1,34 in 2003/04 (Rückert 2006) bis 1,96 in 2008/09, was eine steigende Verschmutzung innerhalb der Marikultur und der angrenzenden Bereiche über die Jahre anzeigt. Bei den ***Scatophagus argus*** ist kein Unterschied in den Werten dieses Parameters in den beiden Untersuchungsgebieten der Segara Anakan erkennbar (Kapitel 4.1).

Bewertung des Parameters zur Bioindikation: Dieser Parameter stellt als einziger genutzter fischereibiologischer Index in dieser Arbeit eine Ausnahme dar. Die Berechnung und Anwendung umfasst ausschließlich die Gewichte der Leber und das Frischgewicht des Fisches als wesentliche

Bestandteile. Demnach ist eine standardmäßige Berechnung dieses Parameters für fischparasitologische Studien empfehlenswert.

Integration in den Stargraphen: In der Vergleichsprobennahme von Yuniar (2005) sind keine Lebergewichte angegeben, weshalb dieser Parameter an dieser Stelle nicht berechnet und in die Stargraphen integriert werden konnte. Ansonsten fand eine standardmäßige Integration des Parameters in die Stargraphen statt.

Anpassung der Grenzwerte: Für die untersuchten *Epinephelus coioides* wäre ein Grenzwert von 1,0 denkbar. Für die untersuchten *E. fuscoguttatus* verschiebt sich dieser Wert etwas nach oben auf 1,5 und für die *E. areolatus* nach unten auf 0,8. Dies liegt wahrscheinlich in der unterschiedlichen Ökologie der drei Zackenbarscharten begründet. Während die *E. coioides* und *E. fuscoguttatus* eher im Flachwasserbereich anzutreffen sind, kommt *E. areolatus* bis in 200 m Wassertiefe vor, die von Verschmutzungen unter Umständen nicht so stark betroffen ist. Bei den untersuchten *Scatophagus argus* sind für eine Aussage zu wenige Daten bekannt.

Parameter 2: **Diversitätsindex (H´)**

Wie ist Diversität definiert? Nach dem Oxford Wörterbuch ist Diversität im allgemeinen Sinn mit Unterschieden in Charakter oder Qualität der verschiedenen Arten definiert. Andere Definitionen setzen Diversität mit Variation oder Komplexität gleich. Im biologisch engeren Sinne ist die Diversität wohl am besten mit „Arten“ und „ökologischer“ Diversität definiert (Washington 1984). Margalef (1958) definiert „Artendiversität“ als Funktion der presenten Artenanzahl (Artenreichtum oder Abundanz) und den Dominanzindex „Evenness (oder Gleichheit)“ dadurch, in welcher Verteilung die Individuen innerhalb der Arten vorkommen. Es existieren viele Definitionen darüber, was „Diversitätsindizes“ aussagen (Washington 1984). Nach Margalef (1951) sollte ein Diversitätsindex eine Relation zwischen der Artenanzahl und der Anzahl der Individuen herstellen sowie eine Aussage über die Verteilung der Arten anhand der Abundanzverhältnisse treffen.

Verschiedene parasitologische Arbeiten befassten sich bereits mit der Frage, ob die Diversität eines Ökosystems als Indikator für Umweltbedingungen eingesetzt werden kann. Es soll die Frage geklärt werden, ob ein gesundes Ökosystem eines ist, das reich an Parasiten ist (Hudson et al. 2006), oder ob Krankheiten eine Erhöhung oder Herabsetzung der Biodiversität zur Folge haben (Lafferty 2003). Dzikowski et al. (2003) forschten zur Nutzbarkeit von Fischparasiten anhand von Artenanzahl-indizes zur Analyse anthropogener Einflüsse auf marine Küstenökosysteme. Auch Hechinger et al. (2007) arbeiteten zu diesem Thema. So forschten sie über die Beziehung von Artenreichtum und der Abundanz larvaler Digenea und lokaler Benthosorganismen und Fische.

Der Shannon-Wiener Diversitätsindex ist nach Washington (1984) einer der von Ökologen am häufigsten genutzten Diversitätsindizes der biologischen Welt. Wilhm (1967) kategorisierte generell die H´-Werte von aquatischen Makroinvertebraten zwischen 3,0-5,0 als „sauber“ und von 1,0-3,0 als „mäßig verschmutzt“. Werte unter 1,0 wurden von Wilhm (1967) als „substanziell verschmutzt“ eingestuft. Palm und Rückert (2009) arbeiteten zur Nutzung verschiedener Indizes, darunter auch mit dem Shannon-Wiener Diversitätsindex, zur visuellen Integration in ein neues System, um den Ökosystemstatus auf einen Blick sichtbar zu machen. Angewandt wurde der Shannon-Wiener Index hier nur für die Endoparasitendiversität, da speziell diese eine Aussage über die Zwischenwirtsvorkommen heteroxener Endoparasiten und somit über ein intaktes Ökosystem treffen (Diamant et al. 1999, Dzikowski et al. 2003). In der vorliegenden Arbeit wurde diese Berechnung sowohl für die gesamte isolierte Parasitenfauna als auch nur für die Endoparasiten durchgeführt (Kapitel 3.6.1).

Skalierung, Orientierung und Aussage des Parameters im System: Die Werte sämtlicher untersuchten Zackenbarscharten für diesen Parameter rangierten zwischen 0,10 und 2,04. Die der *Scatophagus argus* lagen zwischen 0,14 und 1,60. Die Skalierung dieser beiden Parameter innerhalb der Stargraphen beginnt in Zentrumnähe (negativer Bereich) mit 0,25 und erhöht sich zum Rand (positiver Bereich) bis auf 2,25 in 0,25-er Schritten. Je näher der Wert demnach zum Zentrum hin orientiert liegt, desto geringer ist die jeweilige Diversität der Probennahme (total oder der Endoparasiten), was wiederum auf unnatürlichere oder standortextreme Bedingungen schließen lässt (Diamant et al. 1999, Dzikowski et al. 2003, Hudson et al. 2006). In Systemen, wo z.B. nur wenige Endoparasiten vorkommen, haben diese sich mit ihrem Lebenszyklus an extreme Einflüsse angepasst (Diamant et al. 1999, Dzikowski et al. 2003, Hudson et al. 2006). Dies geschieht eventuell über eine geringe Wirtsspezifität der jeweiligen Parasitenart und das Vorkommen von nur wenigen obligat, eingeschalteten und in dem Gebiet hochabundanten Wirten. Durch die Werte der Dominanzindizes kann dies seinerseits überprüft werden (Kapitel 3.6.1).

Ökosystembewertung: Die Diversitätsdaten der Endoparasitendiversität für die Probennahmen der untersuchten ***Epinephelus coioides*** (Tab. 17, Abb. 60-71) zeigten tendenziell höhere Werte in den Küstensystemen der Segara Anakan (0,43 bis 1,71) und vor Bali (1,67 bis 2,04) im Gegensatz zu den Werten innerhalb der Segara Anakan Lagune (0,19 bis 0,33) beider Untersuchungsjahre. Die Werte der Vergleichsprobennahme von *E. coioides* aus der Segara Anakan Lagune von Yuniar (2005) lagen mit 0,66 für die Endoparasitendiversität um einiges höher, als in der vorliegenden Arbeit. Die Daten dieser Fischart in der Arbeit von Rückert (2006) aus Fischen der Marikultur bei Balai Budidaya Laut lagen bei 0,40 und die der freilebenden Fische bei Ringgung um einiges höher bei 1,84. Die Unterschiede dieser Werte liegen in unterschiedlichen Umwelteinflüssen begründet. So lässt die Endoparasitendiversität innerhalb der Segara Anakan Lagune in 2004 vermuten, dass der Verschmutzungs- bzw. Eutrophierungsgrad sich innerhalb der Jahre erhöht hat,

was sich in der geringeren Anzahl der Endoparasitenarten niederschlägt. Die Unterschiede deuten besonders im ersten Untersuchungsjahr innerhalb der Segara Anakan (Area 3) und außerhalb (Area 4) der Lagune auf eine Beeinflussung durch die Gewässer der Segara Anakan in Area 3 hin. Dies begründet sich im Zusammenhang mit dem von Jennerjahn et al. (2009) erwähnten hohen Wassermassenaustausch der beiden Gebiete. Dies erklärt unter Umständen auch die enorme Jahresschwankung dieses Wertes der *E. coioides* in 2008 und 2008/09 der Segara Anakan in Area 4. Die erhöhte Endoparasitendiversität in den untersuchten *E. coioides* vor Bali lässt trotz des Tourismus und des ansässigen Fischmarktes vermuten, dass die Belastung in diesem Gewässer eher niedrig ist, vor allem, wenn man diese Werte mit denen der freilebenden *E. coioides* vor Ringgung in 2003 vergleicht (Rückert 2006), die sogar noch unter denen der Fische aus Bali lagen. Die Unterschiede der Endoparasitendiversität der beiden Probennahmen aus 2003 gehälterter und freilebender *E. coioides* (Rückert 2006) sind in eben diesen verschiedenen Lebensweisen begründet. Während Fische unter natürlichen Umweltbedingungen die maximale Anzahl an Parasiten akkumulieren (überwiegend Endoparasiten), was sich sowohl im Diversitätsindex der Endoparasiten als auch im Ekto-/ Endoparasiten Verhältnis niederschlägt (Hechinger et al. 2007, Hudson et al. 2006, Rückert et al. 2008), wird diese Bilanz bei „unnatürlichen“ Bedingungen, wie im Fall einer Marikultur oder auch belasteter Gebiete, zum Negativen herabgesetzt. Bestätigt werden diese Annahmen durch die Werte der Endoparasitendiversität der untersuchten ***E. areolatus***, bei denen im Küstenbereich der Segara Anakan ein Wert von 0,68 zu 0,96 im Küstenbereich vor Bali gegeben ist. Auch hier indiziert der, wenn auch relativ kleine Unterschied, ein natürlicheres Ökosystem der Gewässer vor der balinesischen Küste. Der generell geringere Wert für die Parasitendiversität dieser Fischart hängt möglicherweise mit seinem Aufenthalt in größeren Wassertiefen zusammen. Bei den Werten dieses Parameters für die untersuchten ***E. fuscoguttatus*** von den Tausend Inseln der Vergleichsprobennahmen (Rückert 2006), chronologisch von 2003/04 nach 2006 mit 1,63 über 1,58, 0,81 und 0,93 und 0,24 und 0,10 in 2007/08 bis 2008/09 der vorliegenden Arbeit, indiziert die Abnahme der Endoparasitendiversitätswerte eine Verschlechterung der Umweltbedingungen dieses Ökosystems über die Jahre. Dieser Trend (Trendtest nach Neumann: pv<cv: 0,53<0,89, p<0,05 und 0,53<0,56, p<0,01) kann auf Umweltveränderungen, wie Verschmutzung in diesem Untersuchungsgebiet zurückzuführen sein. Auch Behandlungen und dementsprechende Einflüsse auf die laufende Marikulturanlage (Tab. 5), deren Futtereintrag, Änderungen in der Fütterungsmethode bzw. Ressourcen und daraus resultierende Belastungen für die umliegenden Gewässer oder auch die Fischerei in der Umgebung spielen eine Rolle für das Ökosystem und müssen mitberücksichtigt werden. Die Werte von den Tausend Inseln von 2003/04 und 2004/05 indizieren ein unbelastetes Ökosystem in den ersten Jahren, während ab dem Jahr 2005/06 bis hin zu 2008/09 ein starker Rückgang der Endoparasitendiversität auf extreme Faktoren und somit eine enorme Verschlechterung der Umweltsituation oder Veränderungen des Managements innerhalb der Anlage hindeuten (Dzikowski et al. 2003). Betrachtet man die Werte der Endoparasitendiversität für die drei Vergleichsdatensätze der freilebenden *E. fuscoguttatus* aus

Ringgung in 2002/03, 2003 und 2003/04 mit 1,42, 1,53 und nochmals 1,53, so ist die Stabilität dieser Werte auffällig. Zwar lagen die Werte unter denen der Fische aus der Marikultur in den ersten beiden Untersuchungsjahren, doch sollte eine Stabilität etwas niedrigerer Werte höher beurteilt und dementsprechend das Ökosystem als stabiler eingeschätzt werden, als dies bei dem Ökosystem der Marikultur der Fall ist. Die Werte des Endoparasitendiversitätsindex der untersuchten ***Scatophagus argus*** lagen mit 0,63 und 0,75 innerhalb der Segara Anakan Lagune beider Untersuchungsjahre im Gegensatz zu dem niedrigen Wert von 0,18 im Küstenbereich außerhalb der Lagune hoch (Tab. 25). Dies wird auf die im Durchschnitt wesentlich geringere Größenklasse der untersuchten Fische aus dem Küstengebiet der Segara Anakan zurückzuführen sein (Tab. 9), da jüngere Fische nicht die Anzahl an Parasiten akkumulieren (Thielen 2005). Vergleicht man die Werte mit denen von *S. argus* der beiden vorangegangenen Untersuchungen der Gebiete 2 und 3 der Segara Anakan Lagune von 2004 (Yuniar 2005) mit 1,18 und 0,14, so kann man auf eine höhere Belastung in Area 3 im Jahr 2004 schließen, die sich innerhalb der Jahre reduziert hat.

Bei den Werten für die totale Parasitenbiodiversität ähnelt dieser Trend dem des gerade beschriebenen für die Endoparasitendiversität. Allerdings setzt die Beeinflussung bei Berücksichtigung der Endo- und Ektoparasiten innerhalb der Berechnung, die Sensibilität dieses Parameters in einigen Fällen herab (Abb. 60-71). Das liegt darin begründet, dass die Anwesenheit der Ektoparasiten nicht als Maß eines gesunden Ökosystems gilt. Auch wenn ein Umkehrschluss der Definition von Diamant und Westernhagen (1999) bedeutet, dass ein hohes Vorkommen an Ektoparasiten, besonders an adulten Individuen, für ein gering gestresstes Gebiet steht. Tatsächlich könnte das diverse Vorkommen von Ektoparasitenarten als Antagonist zu dem der Endoparasiten gewerten werden.

Setzt man die erhaltenen Daten der vorliegenden Untersuchung in Relation zu den zuvor genannten Aussagen von Wilhm (1967), so sind die Segara Anakan und besonders die Tausend Inseln in den letzten beiden Untersuchungsjahren anhand sämtlicher H´-Werte unter 1,0 der Endoparasitendiversität als „substanziell verschmutzt“ einzustufen. Für die untersuchten *Epinephelus coioides* gilt dies auch für die totale Diversität sowohl in der vorliegenden Untersuchung als auch in der vorangegangenen von 2004 (Yuniar 2005). Über 1 liegen die Werte der Endoparasitendiversität für die Gebiete Bali (*E. coioides*) und dem Küstenbereich der Segara Anakan im zweiten Untersuchungsjahr, was auf „mäßige Verschmutzung“ hindeutet. Als „sauber“ nach der Definition von Wilhm (1967) kann keiner der Standorte sowohl innerhalb der vorliegenden Arbeit als auch bei den Vergleichsprobennahmen bezeichnet werden. Die höchsten Werte liegen mit 2,04 und 1,84 bei den freilebenden *E. coioides*, einmal aus Gewässern vor Bali (vorliegende Untersuchung) und zudem aus den Gewässern vor Sumatra, Ringgung (Vergleichsprobennahme von Rückert 2006).

Bewertung des Parameters zur Bioindikation: Insgesamt ist die Bestandaufnahme der kompletten Biodiversität eines Habitats problematisch (Hechinger et al. 2003). Selbst wenn

ausschließlich bei einzelnen Probennahmen diese Berechnung durchgeführt wird, ist damit ein enormer Zeitaufwand verbunden, da die einzelnen Parasitenarten isoliert, präpariert, dokumentiert und identifiziert werden müssen. Wenn zuverlässige Daten hierzu vorliegen, stellen Diversitätsindizes gute, solide Parameter zur Bioindikation von Umwelteinflüssen dar. Sie indizieren das natürliche Vorkommen von Zwischenwirtsorganismen verschiedener Trophiestufen in einem Habitat, welche aufgrund von extremen externen Einflüssen herabgesetzt sein können und somit die Verknüpfung, speziell zur Endoparasitendiversität, gestört ist (Diamant et al. 1999, Dzikowski et al. 2003, Hudson et al. 2006). Demnach kommt dem Endoparasitendiversitätsindex aufgrund seines direkten Bezugs zu den Zwischenwirtsvorkommen eine höhere Gewichtung zur Bioindikation im aquatischen Millieu zu (Rückert et al. 2009a, Palm und Rückert 2009), als den generellen Diversitätsindizes, die alle Arten berücksichtigen. Man könnte den Shannon-Wiener Index auch nur für die Ektoparasiten berechnen und diesen auf der Skala des Stargraphen in gegengesetzter Richtung orientieren, da die Aussage im Sinne natürlicher versus unnatürlicher Umweltbedingungen im direkten Gegensatz zu der Endoparasitendiversität steht. Da jedoch anhand der Differenz der berechneten totalen Parasitenbiodiversität zur Endoparasitendiversität der Einfluss der Ektoparasiten bereits ablesen werden kann, wurde in dieser Arbeit darauf verzichtet. Ein Nachteil, den diese Parameter implizieren, liegt in der statistischen Analyse begründet, da mehrere Replikatprobennahmen zur selben Zeit im selben Gebiet usw. durchgeführt werden müssten.

Integration in den Stargraphen: Aufgrund der zahlreichen Angaben und Arbeiten über die Bedeutung der Diversität für ein intaktes Ökosystem wurden die Diversitätsindizes nach Shannon-Wiener grundsätzlich in zwei Berechnungsversionen (totale Parasitendiversität und Endoparasitendiversität) in die Stargraphen der jeweiligen Probennahmen integriert.

Anpassung der Grenzwerte: Die Grenzwerte stellen sozusagen die Grenze der geeigneten Bedingungen des Parameters dar. Diese müssen an die jeweilige Fischart individuell angepasst werden. Demnach könnten für die Zackenbarsche Grenzwerte von etwas weniger als der Hälfte der Skala innerhalb der Stargraphen mit 1,0 ansetzt werden. Bei den *S. argus* wäre die Hälfte mit 1,15 ein geeigneter Grenzwert. Berücksichtigt man allerdings die Einteilung der H´-Werte nach Wihlm (1967), so würden durch Grenzwerte ab 1,0 für die Zackenbarsche mäßig verschmutzte Gebiete als annehmbare Umweltbedingungen toleriert werden. Da Endoparasiten bisher gezeigt haben, dass sie Schadstoffe (Schwermetalle) in hohem Maße akkumulieren (Sures 2001, 2003), müsste der angegebene Grenzwert von Wilhm (1967) von hoher Verschmutzung bei H´-Werten unter 1 bei der Anwendung dieser Indizes auf Endoparasitengemeinschaften herabgesetzt werden. Dies ergibt sich daraus, dass keine Aussage zur Schadstoffakkumulation aquatischer Makroinvertebraten, die Wihlm (1967) als Organismen nutzte, getroffen werden kann. Für genauere Aussagen sind weitere Probennahmen und Tests nötig.

Parameter 3: **Simpson Index (D)**

Nach Williams (1964) handelt es sich beim Simpson Index um einen der einfacheren Wege, die Diversität zu messen. Er erklärt, dass dieser Index unabhängig von jedweder Theorie über die Form der Verbreitungsfrequenz von Abundanzen ist, aber nicht vollständig unabhängig von der Probengröße. Die Gewichtung des Simpson Index liegt eher auf einigen, wenigen abundanten Arten als auf seltener vorkommenden (Washington 1984).

Skalierung, Orientierung und Aussage des Parameters im System: Die Werte für die Zackenbarscharten rangierten zwischen 1,07 und 3,86 und für die *Scatophagus argus* zwischen 1,64 und 4,17. Die Skalierung innerhalb der Stargraphen beginnt in Zentrumnähe (negativer Bereich) mit 0,5 und erhöht sich zum Rand (positiver Bereich) bis auf 4,5 in 0,5-er Schritten. Es wäre auch möglich, die Skalierung bei 1,0 in Zentrumnähe anzufangen, doch da die Möglichkeit gegeben sein soll, einen Grenzwert anzupassen, wird die Skala mit 0,5 begonnen. Da es sich beim Simpson Index ebenfalls um einen Diversitätsindex handelt, gelten dieselben grundlegenden Aussagen, wie bereits beim obigen Shannon-Wiener Index erläutert.

Ökosystembewertung: Innerhalb der Probennahmen der ***Epinephelus coioides*** war eine tendenzielle Zunahme der Werte des Simpson Index von Fischen der Segara Anakan innerhalb der Lagune (Area 3) (1,39 und 1,31) über die des Küstensystems der Lagune (Area 4) mit 1,60 und 2,51 und denen der Gewässer vor Bali mit 2,26 und 3,73 zu verzeichnen. Die Vergleichsdaten aus dem Jahr 2004 der Segara Anakan Lagune (Area 3) von Yuniar (2005) zeigten mit 2,00 einen höheren Wert als in der vorliegenden Untersuchung. Die Werte von 2003 (Rückert 2006) aus der Marikultur lagen bei 2,38 für die gehälterten Fische und bei 2,05 für die freilebenden *E. coioides*. Diese Werte lassen, wie auch die des vorangegangen diskutierten Shannon-Wiener Index, auf eine höhere Belastung innerhalb der Segara Anakan Lagune schließen. Ebenfalls sagen sie aus, dass sich der Belastungs-/ Verschmutzungsgrad von 2004 bis 2009 erhöht hat. Die Werte dieses Parameters der freilebenden *E. coioides* aus den Küstenbereichen sowohl der Segara Anakan als auch vor Bali und Ringgung lagen zwischen 1,50 und 3,73 und zeigen somit eine geringere Belastung dieser Ökosysteme. Bei den ***E. areolatus*** lag der Wert des Küstenbereiches der Segara Anakan sogar über dem der balinesischen Gewässer (3,86 vs. 2,83). In dem Fall zeigte im Vergleich der Endoparasitendiversitätsindex nach Shannon-Wiener, dass dies überwiegend im Ektoparasitenvorkommen begründet sein muss. Die Werte der ***E. fuscoguttatus*** von den Tausend Inseln waren über die Jahre (2003/04 bis 2008/09) nicht so beständig sinkend, wie dies für die Endoparasitendiversitätswerte der Fall war. Für diesen Parameter besteht kein Trend (pv>cv: 3,64>0,89, p>0,05). Verglichen mit den Werten des Simpson Index der freilebenden *E. fuscoguttatus* von Rückert (2009c) in 2002/03 mit 3,37, 2003 mit 1,50 und in 2003/04 mit 2,36 lagen die Werte der Fische aus der Marikultur generell niedriger, was auf eine herabgesetzte Parasitenakkumulation unter unnatürlichen Umweltbedingungen spricht (Hechinger et al. 2007, Hudson et al. 2006). Bei den untersuchten ***Scatophagus argus*** sind die Werte wohl aus denselben

Gründen wie bei den *E. areolatus* innerhalb der Segara Anakan aufgrund eines hohen Ektoparasitenvorkommens mit 4,17 und 4,15 sehr hoch, im Gegensatz zu 1,79 für die Fische aus dem Küstenbereich. Hier spielen ebenfalls die Unterschiede in den Größenklassen der Fische eine Rolle (Tab. 9) (Thielen 2005).

Wendet man die Klassifikation der „H´-Werte“ (siehe Ökosystembewertung des Diversitätsindex H´) von Wilhm (1967) auf die errechneten Simpson Diversitätswerte an, so zeigt sich tendenziell dasselbe Muster wie bei den Endoparasitendiversitätswerten nach Shannon-Wiener. Allerdings lagen die Werte im Allgemeinen durchweg über 1, was daran liegen kann, dass in den Simpson Index sowohl Endo- als auch Ektoparasiten miteinbezogen wurden. Die höchste Verschmutzung lag nach dieser Einteilung, innerhalb der vorliegenden Untersuchung bei den Datensätzen der gehälterten *E. fuscoguttatus* der Marikulturanlage (1,29 und 1,10), gefolgt von denen der freilebenden *E. coioides* der Segara Anakan Area 3 (1,39 und 1,31).

Bewertung des Parameters zur Bioindikation: Der Simpson Index stellt ein gutes Werkzeug zur Bioindikation im Rahmen der Aussagen zur Parasitendiversität dar. Allerdings ist dieser hier nur in Kombination mit dem Endoparasitendiversitätsindex nach Shannon-Wiener empfehlenswert, um die Relation des Anteils der Ektoparasiten nicht aus den Augen zu verlieren. Auch hier existiert der Nachteil, dass mehrere Replikate hätten durchführt werden müssen, um eine statistische Analyse machen zu können.

Integration in den Stargraphen: Der Simpson Index zählt mit dem Shannon-Wiener Diversitätsindex zu den am häufigsten genutzten Diversitätsindizes. Mit der zusätzlichen Berechnung dieses Index können die Aussagen der Diversitätsindizes gegenseitig geprüft werden. Beim Simpson Index erfolgte keine Unterscheidung in Endoparasiten und totaler Parasitendiversität. Somit stellt dieser Index eine gute Ergänzung zur berechneten Endoparasitendiversität nach Shannon-Wiener dar. Aus diesen Gründen wurde der Simpson Index standardmäßig in der visuellen Integrations-methode genutzt.

Anpassung der Grenzwerte: Für die Zackenbarsche wäre ein Grenzwert bei etwas weniger als der Hälfte der Skalierung von 2,0 zu empfehlen und bei den *S. argus* bei etwas mehr von 2,5.

Parameter 4: **Dominanzindex (Evenness)**

Da sich der Dominanzindex (Evenness) aus dem Diversitätsindex (nach Shannon-Wiener) berechnet, handelt es sich hier gewissermaßen um eine Art „Kombinationsindex“, da im Diversitätsindex große Schwankungen in der Individuenzahl der vorkommenden Arten nicht berücksichtigt werden und sich somit die Aussagen der beiden Indizes ergänzen. Für eine bessere

Vergleichbarkeit wurde diese Berechnung in der vorliegenden Arbeit sowohl für die gesamte isolierte Parasitenfauna als auch nur für die Endoparasiten durchgeführt (Kapitel 3.6.1).

Skalierung, Orientierung und Aussage des Parameters im System: Die Werte des Dominanzindex lagen innerhalb der untersuchten Zackenbarsche zwischen 0,07 und 1,00. Für die untersuchten *Scatophagus argus* rangierten sie von 0,11 bis 0,85. Die Skalierung innerhalb der Stargraphen beginnt in Zentrumnähe (negativer Bereich) mit 0,1 und erhöht sich zum Rand (positiver Bereich) bis auf 0,9 bzw. 1,0 in 0,1-er Schritten. Nähert sich der Wert gegen 0, dominieren eine oder wenige Arten in ihrer Individuenzahl. Geht er dagegen eher gegen 1, ähneln sich die einzelnen Arten hinsichtlich ihrer Individuenzahl. Bei dominant vorkommenden Arten steht die Aussage im genauen Gegenteil zu der Aussage einer hohen Diversität, d.h. ein oder mehrere Faktoren beeinflussen das Ökosystem insofern, dass es nur wenigen heteroxenen Parasitenarten möglich ist, ihren Lebenszyklus zu vollziehen (Diamant et al. 1999, Dzikowski et al. 2003). Eine langfristige Konsequenz daraus ist das Verschwinden der Arten, deren Lebenszyklus durch Abwesenheit der Zwischenwirte unterbrochen wurde (Dzikowski et al. 2003). Nach Diamant et al. (1999) und Dzikowski et al. (2003) nehmen die monoxenen Parasitenarten, besonders parasitische Copepoda, in verschmutzten oder „gestressten" Gebieten in ihrer durchschnittlichen Anzahl zu.

Ökosystembewertung: Anhand des Dominanzindex Evenness der Endoparasiten, im Gegensatz zum Evenness sämtlicher isolierter Parasitenarten, lassen sich die Ökosysteme am Besten beschreiben. Bei den untersuchten ***Epinephelus coioides*** der drei Untersuchungsgebiete der vorliegenden Studie lagen die Werte innerhalb der Segara Anakan mit 0,09 bis 0,21 am niedrigsten, gefolgt von denen des Küstenbereiches der Segara Anakan mit 0,27 im ersten Untersuchungsjahr. Im zweiten stieg der Wert auf 0,88 an, der sogar höher war, als dies im ersten Untersuchungsjahr aus den Fischen vor Bali der Fall war (0,80). Im zweiten Untersuchungsjahr war der Wert aus Fischen vor Bali mit 1,00 am höchsten. Somit sind die extremsten limitierenden Einflüsse für die Endoparasiten innerhalb der Segara Anakan anzutreffen, gefolgt von außerhalb der Lagune und danach den Gewässern vor Bali. Dieses Muster spiegelt exakt die Aussagen des Endoparasitendiversitätsindex wieder. In 2004 (Yuniar 2005) lag der Evenness Wert der Endoparasiten für die *E. coioides* noch etwas höher bei 0,41 als in der vorliegenden Studie, was somit den höchsten Wert für dieses Gebiet darstellt und eine Veränderung der Umwelteinflüsse über die Jahre indiziert. Betrachtet man den Wert (0,71) der Vergleichsprobennahme der freilebenden *E. coioides* aus Ringgung in 2003 (Rückert 2006), könnte man das Ökosystem von Ringgung mit dem Küstenökosystem der Segara Anakan der vorliegenden Arbeit vergleichen. Hierfür wären allerdings noch mehr Vergleichsdaten nötig. Bei den untersuchten ***E. areolatus*** der Küstengebiete der Segara Anakan und Bali lagen die Werte dieses Parameters bei 0,38 und 0,44, wobei der bessere Wert zu den Fischen aus Bali gehört. In den ***E. fuscoguttatus*** von den Tausend Inseln nahmen die Werte über die Jahre 2003/04 (Rückert 2006) bis 2008/09 stetig ab (von 0,84 auf 0,07). Dieser Trend (Trendtest nach Neumann: pv<cv: 0,44<0,89,

$p<0,05$ und $0,44<0,56$, $p<0,01$) spricht für einen über die Jahre höheren Dominanzgrad einzelner Endoparasitenarten in diesem Gebiet, was somit zunehmende äußere Einflüsse oder Veränderungen im Management der Marikulturanlage indiziert. Dies spiegelt die Ausagen beider Berechnungsmethoden des Diversitätsindex nach Shannon-Wiener wider. Die Werte der freilebenden *E. fuscoguttatus* von Ringgung (Rückert et al. 2009c) sind, ähnlich wie die des Endoparasitendiversitätsindex in diesem Gebiet, über die Jahre mit 0,57, 0,73 und 0,64 relativ stabil. Dies würde gleich für mehrere Kriterien eines intakten Ökosystems sprechen (Hudson et al. 2006). Die Stabilität in Biodiversität und Berechenbarkeit nach Hudson et al. (2006) sowie eine recht hohe Umweltbelastbarkeit ist gegeben. Trotz der recht hohen Werte des Hepatosomatischen Index, die hier auf Umweltbelastung schließen lassen, liegen die Werte der Diversitäts- und Dominanzindizes in allen drei Jahren in einem guten Bereich.

Bewertung des Parameters zur Bioindikation: Zur Vervollständigung und in den meisten Fällen auch zur Überprüfung der Diversitätsangaben stellt dieser Parameter ein ausgezeichnetes Werkzeug dar, um ein Ökosystem möglichst umfassend analysieren zu können. Auch ist die Information beider Werte des Evenness (total und nur für die Endoparasiten) interessant, da man so die Relation der Dominanzgrade interpretieren kann. Für die Aussagen zur Bioindikation kann man allerdings den Dominanzindex Evenness der Endoparasiten als wertvoller und aussagekräftiger beurteilen, da so auf einen Blick eine Einschätzung über die Verteilung der Endoparasiten innerhalb der Probennahme gemacht werden kann. Ein weiterer Denkansatz wäre auch, den Evenness ausschließlich für die Ektoparasiten zu berechnen und diesen Wert dann auf der Skala des Stargraphen in gegengesetzter Richtung zu orientieren. Auch hier ist der Nachteil, dass man mehrere Replikate hätte durchführen müssen, um eine statistische Analyse machen zu können.

Integration in den Stargraphen: Aufgrund der zahlreichen Angaben und Arbeiten über die Bedeutung der Diversität für ein intaktes Ökosystem und dem damit zusammenhängenden Dominanzindex Evenness muss diesem ebenfalls besondere Aufmerksamkeit zuteil werden, um die Artenverteilung innerhalb verschiedener Probennahmen möglichst ausreichend beschreiben und interpretieren zu können. Deshalb wurde der Dominanzindex Evenness in zwei Berechnungsversionen (Evenness total und Evenness der Endoparasiten, siehe Kapitel 3.6.1) standardmäßig in die Stargraphen integriert.

Anpassung der Grenzwerte: Für die untersuchten Zackenbarsche und die *Scatophagus argus* könnte man für den Dominanzindex Evenness der Endoparasiten einen Wert von 0,4 vorschlagen und für den totalen Evenness einen Grenzwert von 0,6. Auch hier sind weitere Probennahmen und Tests zur Annäherung an den tatsächlichen Grenzwert nötig.

Parameter 5: **Berger-Parker Index (BP)**

Orientierung und Aussage des Parameters im System: Wenn man diesen Parameter im Stargraphensystem integrieren würde, wäre er mit hohen Werten zum Inneren des Zentrums (negativer Bereich) und mit niedrigen Werten zum Äußeren des Zentrums orientiert, ähnlich wie der Evenness. Die Grundaussage des Berger-Parker Index als Dominanzindex deckt sich ebenfalls mit der des Evenness. Der Berger-Parker Index charakterisiert den Dominanzgrad der Parasitenart mit der am höchsten vorkommenden Individuenzahl, bezogen auf die absolute Individuenzahl sämtlicher Parasitenarten in dieser Wirtspopulation.

Ökosystembewertung: Bei sämtlichen Zackenbarschen stand hinsichtlich des Berger-Parker Index die Gattung *Pseudorhabdosynochus* spp. (Monogenea) im Vordergrund. Die Werte der untersuchten ***Epinephelus coioides*** lagen hier innerhalb der Segara Anakan am höchsten und nahmen über den Küstenbereich der Lagune zum Küstenbereich vor Bali konstant ab (von 0,87 in der Segara Anakan Area 3 nach 0,45 der Gewässer vor Bali). Das erhöhte Vorkommen der Monogenea steht in direktem Zusammenhang mit dem erhöhten Verschmutzungsgrad innerhalb der Lagune (Diamant et al. 1999, Kahn und Kiceniuk 1988). Verglichen mit den Daten der freilebenden *E. coioides* aus Ringgung von 2003 (Rückert 2006) spiegelt sich exakt dasselbe Bild wider, das schon beim Evenness beschrieben wurde. Eine Ausnahme innerhalb der untersuchten Zackenbarscharten für den Berger-Parker Index stellt hier ***E. areolatus*** dar, bei dem in beiden Probennahmen Endoparasiten, einmal *Anisakis typica* (Nematoda) aus dem Küstenbereich der Segara Anakan und einmal *Didymodiclinus* sp. (Digenea) aus balinesischen Gewässern, dominant auftraten. Dies würde, aufgrund der Aussage der Endoparasiten, für natürliche Umweltbedingungen sprechen. Allerdings ist nicht zu vernachlässigen, dass diese Fische nicht lebend, sondern vom Fischmarkt gekauft wurden und eventuell Ektoparasiten so vorher „verloren“ gegangen sein könnten.

Bewertung des Parameters zur Bioindikation: Die geringe Komplexität dieses Parameters stellt einen enormen Vorteil dar. Dieser Parameter kann zur Umweltbeurteilung herangezogen werden, wenn bei verschiedenen Probennahmen dieselbe Art dominant auftritt. Bei unterschiedlich dominanten Parasitenarten in gleichen Fischarten gibt dieser Index Aufschluss über die Dominanz der verschiedenen Parasiten und deren Ausprägung. Dies könnte wertvoll sein, wenn z.B. in einem Habitat ein monoxener Ektoparasit und in einem anderen ein heteroxener Endoparasit dominiert. Da dieser Index aber nur Aufschluss über eine einzelne Parasitenart und deren Anteil an der Anzahl der Gesamtindividuen gibt und die Grundaussage der des Dominanzindex Evenness entspricht, kann man dessen Funktion als eher unbedeutend einstufen. Als Dominanzindex ist daher der Evenness aussagekräftiger.

Integration in den Stargraphen: Eine Integration in den Stargraphen wäre möglich, ist aber nicht zwingend nötig, wenn der Evenness bereits berücksichtigt wurde.

Parameter 6: **Ekto-/Endoparasiten Verhältnis**

Das Ekto-/Endoparasiten Verhältnis wurde von Palm und Rückert (2009) zur Bioindikation vorgestellt. Dzikowski et al. (2003) nutzte den Quotienten von heteroxenen Parasiten zu monoxenen Parasiten als Bioindikator und konnte durch seine Ergebnisse die Funktion des Parameters, angewandt an einem verschmutzen Gebiet und einem Referenzgebiet, ebenfalls nachweisen.

Skalierung, Orientierung und Aussage des Parameters im System: Die Werte des Parameters lagen bei den untersuchten Zackenbarschen zwischen 0,31 und 1,00 und bei den *Scatophagus argus* zwischen 0,67 und 5,00. Die Skalierung innerhalb der Stargraphen beginnt in Zentrumnähe (negativer Bereich) mit 5,0 und fällt bis zum Rand (positiver Bereich) auf 0,2 ab. Auch hier wäre es möglich, die Skalierung schon bei 0,3 zu beenden, doch da auch hier die Möglichkeit gegeben sein soll, einen Grenzwert anzupassen und die Skalen zwischen den Fischarten nicht variieren sollen, endet die Skala bei 0,2. Je mehr Ektoparasiten im Bezug zu Endoparasiten im Ökosystem vorhanden sind, desto größer ist der Wert, was somit für eine höhere Belastung/Verschmutzung (unnatürliche Bedingungen) der Umwelt spricht.

Ökosystembewertung: Innerhalb der untersuchten ***Epinephelus coioides*** lässt sich eine Aussage zu vorangegangenen Untersuchungen im Vergleich der gehälterten (0,33) und freilebenden (0,67) Fische aus Sumatra von 2003 (Rückert 2006) diesbezüglich treffen, dass bei den gehälterten Fischen durch Behandlungen (eventuell mit Süßwasser) die Ektoparasiten reduziert wurden und somit der niedrigere Wert zustande kam. Bei den untersuchten ***E. fuscoguttatus*** verschiebt sich der Wert dieses Parameters über die Jahre ebenfalls von 0,50 in 2003/04 nach 1,00 in 2008/09. Was die Aussage einer Verschlechterung der Umweltbedingungen oder einfach nur Veränderungen im Management, wie z.B. einem Nachlassen der Behandlungen oder Resistenzen gegenüber bestimmter Medikamente, die innerhalb der Anlage gegeben werden, indiziert. Auch könnten sich zu viele Behandlungen und der daraus resultierende Stress der Fische in einer größeren Anfälligkeit und somit in Krankheiten äußern. Bei den freilebenden Fischen ist allerdings kaum ein Muster erkennbar. Dies zeigt, dass mit Hilfe dieses Parameters eine Aussage speziell im Marikulturbereich möglich und ratsam ist.

Bewertung des Parameters zur Bioindikation: Dieser Parameter besticht durch seine Einfachheit, da sogar „Laien“ nach Anleitung Ekto- und Endoparasiten unterscheiden können. Auch dieser Index lässt sich am besten als „Kombinationsindex“ zusammen mit den beiden Diversitätsindizes des Endoparasitendiversitätsindex nach Shannon-Wiener und des Simpson Index zur Bioindikation anwenden. Auffällig ist, dass kein klares Muster innerhalb der Probennahmen der freilebenden ***Epinephelus coioides*** ausgemacht werden konnte. Ein Ausbau dieses Index, eventuell über den Einbezug der Anzahl der eingeschalteten Wirte der isolierten Parasitenarten in der Probennahme, wäre ein neuer Denkansatz und würde so die beiden Berechnungen von Palm und

Rückert (2009) und Dzikowski et al. (2003) sozusagen vereinen und den Parameter sensibilisieren. Dies würde allerdings Kenntnisse über die Lebenszyklen der Parasiten voraussetzen, was wiederum dem Parameter seine Einfachheit nimmt. Diesem Parameter sollte bei ausschließlichen Wildfängen und dessen Aussage über das Ökosystem im Vergleich zu den Diversitätsindizes nicht zu viel Aufmerksamkeit beigemessen werden. Eine Anwendung ist in dem Fall im Marikulturbereich empfehlenswert, um z.B. über eine bestimmte Zeitspanne eine Aussage über Zunahme oder Abnahme der Ektoparasiten treffen zu können, die Notwendigkeit von Behandlungen bzw. bestimmte Behandlungsintervalle zu testen und zu optimieren oder um eine Aussage über die Herkunft eines Fisches zu stützen (freilebend oder gehältert).

Integration in den Stargraphen: Dieser Parameter wurde standardmäßig in die Stargraphen integriert.

Anpassung der Grenzwerte: Für die Zackenbarsche wäre ein Grenzwert bei 0,8 zu empfehlen, bei den *S. argus* bei 1,0, allerdings müssen mehr Tests durchgeführt werden, um den tatsächlichen Grenzwert besser zu determinieren.

Parameter 7 und 8: **Jaccard Index und Sörensen Index**

Aussage des Parameters im System: Die beiden Ähnlichkeitsindizes, Jaccard Index und Sörensen Index werden herangezogen, um faunistische Ähnlichkeiten verschiedener Wirtspopulationen miteinander zu vergleichen. Der Sörensen Index legt hierbei eine höhere Gewichtung auf die gemeinsam vorkommenden Arten.

Ökosystembewertung: Die Abnahme der Ähnlichkeit in der Artenzusammensetzung der ***Epinephelus coioides*** (Kapitel 4.5, Tab. 18) liegt hauptsächlich in der geographischen Trennung der Wirtspopulationen der Fische aus der Segara Anakan zu Fischen aus balinesischen Gewässern begründet. Näher zusammenliegende Gebiete und somit ähnlichere Artenzusammensetzungen sprechen auch für das Migrationsverhalten der Fischarten, was auch an der Ähnlichkeit der Parasitengemeinschaften der untersuchten ***Scatophagus argus*** der zusammenhängenden Segara Anakan Gebiete, innerhalb und außerhalb der Lagune, zu sehen ist. Unterschiedliche Einflüsse darunter verschiedene Verschmutzungsgrade, Nahrungsvorkommen und eventuell auch unterschiedliche abiotische Faktoren (wie Salinität und Strömung) resultieren in einer unterschiedlichen Zusammensetzung der Parasitenarten (Theisen 2009). Dies spiegelt sich auch in den untersuchten ***E. areolatus*** beider, geographisch getrennter, Untersuchungsgebiete wider.

Bewertung des Parameters zur Bioindikation: Diese beiden Parameter könnten in Kombination mit den Cluster-Analysen bzw. MDS Plots angewandt werden. Da dort aber eine Ähnlichkeitsanalyse (ANOSIM) per Computer durchgeführt werden kann, macht es wenig Sinn, die

beiden Indizes, die per Hand ausgerechnet werden müssen, hier anzuwenden. Als Bioindikator für die Zwecke dieser Arbeit sind diese beiden Ähnlichkeitsindizes aufgrund zu vieler Einzelwerte ungeeignet.

Integration in den Stargraphen: Eine Integration ist aufgrund der vielen Einzelwerte jeder Parasitenart nicht möglich.

Parameter 9: **Aggregations Index (AI)**

Aussage des Parameters im System: Der Parasitenbefall verschiedener Wirte entspricht eher einer zufälligen Verteilung (Poisson-Verteilung) bzw. einer aggregierten als einer Normalverteilung. Unterschiedliche Faktoren können dabei einen aggregierten Parasitenbefall auslösen, so sind z.B. Fische verschiedener Größen- und Altersklassen gleicher Wirtsarten verschieden befallen. Eine Rolle spielt u.a. der Ernährungszustand, die Nahrungspräferenz und der Immunstatus der Wirte (Thielen 2005).

Ökosystembewertung: Der Aggregations Index wurde für jede Parasitenart jeder Probennahme der vorliegenden Arbeit einzeln berechnet. Der Ausprägungsgrad der Aggregation ist für die verschiedenen Parasitenarten unterschiedlich und variiert innerhalb der Untersuchungsgebiete und Fischarten. Die höchsten Aggregationswerte traten bei den untersuchten ***Epinephelus coioides*** mit Maximalwerten von 608,75 für Pennelidae gen. et sp. indet. II und mehreren Parasitenarten um die 200,00 auf. Auch bei den untersuchten ***Scatophagus argus*** trat die Parasitenart *Paradiscogaster farooqii* agreggiert und mit sehr hohem Wert in Erscheinung (391,20). Eine hohe Aggregation einer Parasitenart in einer Wirtspopulation tritt vor allem dann auf, wenn die Prävalenz und Intensität des jeweiligen Parasiten in der Probennahme sehr hoch ist (Thielen 2005). Shaw und Dobson (1995) fanden durch ihre Untersuchungen an Wildtieren heraus, dass Parasiten, die über Invertebraten übertragen werden (sog. Vektoren), deutlich weniger stark aggregiert vorkommen als Parasiten, die über die Nahrung (z.B. Eier, Larven und Pflanzen) passiv aufgenommen werden.

Bewertung des Parameters zur Bioindikation: Dieser Parameter ist zur Bioindikation eines Ökosystems im Sinne dieser Arbeit ungeeignet, da zu viele Einzelwerte eine klare Aussage erschweren.

Integration in den Stargraphen: Eine Integration ist aufgrund der vielen Einzelwerte jeder Parasitenart nicht möglich.

Parameter 10 bis 25: **Prävalenzen verschiedener Parasitenarten**

Monoxene (einwirtige) Parasitenarten können extremen Umweltbedingungen standhalten und in diesen dominieren, während heteroxene (mehrwirtige) Parasitenarten, meistens Endoparasiten, mit mehreren Wirten durch die Abhängigkeit verschiedener Wirtsspezies in aquatischen Ökosystemen sensibel reagieren (Diamant et al. 1999, Dzikowski et al. 2003). So unterliegen z.B. monoxene Ektoparasitenarten wie *Trichodina* sp. nicht der Abhängigkeit bestimmter Zwischenwirtsvorkommen. *Trichodina* sp. stellen einen Bioindikator für verschmutzte Gewässer dar, da diese sich von bakterieller Biomasse ernähren und so diese indizieren (Ogut und Palm 2005, Palm und Dobberstein 1999). Unterschiedlich verhält es sich mit den ektoparasitischen Monogenea und Crustacea. Während bei Untersuchungen von Dzikowski et al. (2003) die Prävalenz von Monogenea in extrem verschmutzten Gewässern reduziert war, kamen parasitische Copepoda dort mit erhöhter Prävalenz vor. Digenea sind durch ihre obligaten Wirts- und Generationswechsel (Kapitel 5.7) geeignete Indikatoren für unverschmutzte Gewässer, da diese durch ihre Heteroxenität als ein Gradmesser der Biodiversität mariner Ökosysteme herangezogen werden können (Dzikowski et al. 2003, Hechinger et al. 2007, Marcogliese 2003, 2005). Dies wird durch die Aussagen von MacKenzie et al. (1995) gestützt, die eine Reduktion von Endoparasiten, die Öl-Verschmutzungen und deren Komponenten ausgesetzt waren, angaben (Nematoda, Kiceniuk und Kahn 1983), gleichzeitig aber eine erhöhte Infektion mit Kiemenparasiten beobachten konnten (Monogenea, Kahn und Kiceniuk 1988, Trichodinen, Kahn 1990).

So gelten Organismen, die obligatorisch andere Organismen „besiedeln“ und deren Ressourcen nutzen, als exzellente Indikatoren, da diese durch ihre multiplen Wirts-/Lebenszyklen direkt mit vielen verschiedenen, in der Umgebung vorkommenden Zootaxa verknüpft sind, die zumeist verschiedenen Trophiestufen angehören (Hechinger et al. 2007) (siehe Kapitel 5.7). Diese Aussagen kann man demnach auf sämtliche heteroxene Parasitentaxa anwenden, so dass auch Cestoda, Nematoda und Acanthocephala in dieser Hinsicht genutzt werden könnten. Man kann sogar so weit gehen zu sagen, dass die Anwesenheit von Parasiten, die obligat mehr als zwei Zwischenwirte in ihrem Lebenszyklus einbinden, eine übergeordnete Rolle spielen und demnach eine Aussage über ein Ökosystem getroffen werden kann. Ebenfalls bedenkenswert ist die Überlegung, dass die Anwesenheit heteroxener Parasitenarten mit „speziellen“ Endwirten eine besondere Aussage über das betreffende Ökosystem ermöglichen, wie z.B. die Nematoda Gattung *Anisakis* mit Cetacea, Delphinidae (walartige bzw. delphinartige), als Endwirte oder trypanorhynche Cestoda wie *Callitetrarhynchus gracilis* mit Elasmobranchii (Knorpelfische) als Endwirte.

Hier werden die Prävalenzen verschiedener Parasitenarten/-taxa auf deren Eignung als Bioindikatoren hin vorgestellt und diskutiert. Dazu werden die verschiedenen Parasitenarten in Gruppen mit ähnlichem Lebenszyklus zusammengefasst, was für die darin befindlichen

Parasitenarten/-taxa in einer ähnlichen Aussage über das Ökosystem resultiert. Prävalenzangaben sind in Kapitel 4.4.2 dargestellt.

Skalierung, Orientierung und Aussage des Parameters im System: Da wie vorangehend beschrieben ein hoher Ektoparasitenbefall generell schlechtere bzw. unnatürliche oder extreme äußere Einflüsse indiziert, ist die Skalierung innerhalb der Stargraphen bei den integrierten Ektoparasiten zum Zentrum des Stargraphen hin mit hohen Werten orientiert. Eine Ausnahme stellt der genutzte Hirudinea *Zeylanicobdella arugamensis* dar, der wie die Endoparasiten angeordnet wird, da Hirudinea empfindlich auf verschiedene chemische Parameter reagieren (Grosser et al. 2001) (siehe weiter unten im Text). Da es sich um prozentuale Angaben handelt, wird die Skala der Prävalenzangaben generell von 0 bis 100 % dargestellt. Die Skalierung für die genutzten Ektoparasiten (*Trichodina* sp. (Protozoa/Ciliata) und *Cymothoa elegans* bzw. *Cymothoa* sp. (Crustacea)) beginnt in Zentrumnähe (negativer Bereich) mit 100 % bzw. 90 % und fällt bis zum Rand (positiver Bereich) auf 0 % bzw. 10 % ab, wobei die jeweiligen Ränder des Stargraphen die Minimal- und Maximalwerte (0 und 100 %) markieren. Bei den integrierten Endoparasiten und dem Hirudinea (*Zeylanicobdella arugamensis*) ist die Skalierung genau entgegengesetzt angebracht, ebenfalls von 0 bis 100 %, wobei 0 % in Zentrumnähe und 100 % am Rand des Stargraphen lokalisiert sind. Diese Skalierung der heteroxenen Endoparasiten (*Allopodocotyle epinepheli*, *Didymodiclinus* sp., *Prosorhynchus* sp. II (Digenea), *Bothriocephalus* sp., *Callitetrarhynchus gracilis*, *Parotobothrium balli*, *Scolex pleuronectis* (Cestoda), *Cucullanus* sp., *Raphidascaris* sp., *Terranova* sp. (Nematoda), *Filisoma* spp., *Serrasentis sagittifer*, *Southwellina hispida* (Acanthocephala)) ist, wie bereits diskutiert, auf deren positive Aussage über das Ökosystem durch die Verknüpfung zu den verschiedenen Zwischenwirtorganismen zurückzuführen.

Ökosystembewertung der genutzten Ektoparasiten: Innerhalb der untersuchten ***Epinephelus coioides*** wurden die Ektoparasiten *Trichodina* sp. und *Zeylanicobdella arugamensis* in den Stargraphen basierend auf den Daten der vorliegenden Arbeit sowie den Vergleichsdatensätzen integriert. Dass die Trichodinenprävalenz- und Intensitätsdaten sich besonders gut zur Bioindikation bakterieller Biomasse eignen, wurde von Palm und Dobberstein (1999) und Yeomans et al. (1997) bereits festgestellt. Auch konnte von Ogut und Palm (2005) eine Korrelation zwischen dem Trichodinenbefall von *Merlangius merlangus* und organischer Verschmutzung hergestellt werden. Der Trichodinenbefall im Vergleich der freilebenden *E. coioides* innerhalb der Lagune des ersten und auch des zweiten Untersuchungsjahres der vorliegenden Untersuchung mit dem von Bali im ersten Untersuchungsjahr zeigte in beiden Fällen einen signifikant höheren Trichodinenbefall innerhalb der Segara Anakan Lagune (Kontingenztafel: $\chi^2_{empirisch}$: 9,13, p = 0,003, $\chi^2_{empirisch}$: 4,48, p = 0,034). Dies deutet auf eine erhöhte bakterielle Biomasse innerhalb der Segara Anakan im Gegensatz zu den Gewässern vor der Südküste Balis hin. Der Trichodinenbefall innerhalb der gehälterten ***E. fuscoguttatus*** der Marikulturanlage zeigte über die sechs aufeinanderfolgenden Probennahmen der Jahre 2003/04

(Rückert 2006) bis 2007/08 der Vergleichsdatensätze und der vorliegenden Untersuchung erwartungsgemäß keine signifikanten Unterschiede bei allen Testpaaren (Kontingenztafel: $p>0,05$), was auf die Behandlungen innerhalb der Marikulturanlage zurückzuführen ist.

Grosser et al. (2001) verwendeten Hirudinea als Bioindikatoren und stellten die Empfindlichkeit einzelner Egelarten auf ausgewählte chemische Parameter (Wasserbelastungsfaktoren) dar. Während eine Art eine hohe Empfindlichkeit gegenüber Sauerstoffmangel und Phosphatbelastung zeigte, waren andere anfällig gegen organische Belastung und Schwermetalle (Grosser et al. 2001). Gerade diese Empfindlichkeit mancher Hirudinea Arten macht deren Nutzung vor allem im fischereiwirtschaftlichen Bereich interessant, da diese Egel vorrangig in Gewässern auftreten, in denen gute Lebensbedingungen sowohl für den Fisch als auch für den Egel herrschen. Somit könnten solche Arten bei Fragen des Fischbesatzes oder des Sauerstoffgehaltes eines Gewässers herangezogen werden (Grosser et al. 2001). Die Hirudinea Art *Alboglossiphonia heteroclita* wird nach DIN 38410 bereits als Eutrophiebioindikator der Güteklasse II-III von Fließgewässern eingesetzt. Metcalfe et al. (1984) empfiehlt Hirudinea als mögliche Bioindikatoren organischer Kontamination in aquatischen Ökosystemen durch Bioakkumulation. Vergleicht man die Befallswerte von *Zeylanicobdella arugamensis* der vorliegenden Untersuchung der ***Epinephelus coioides***, so ist auffällig, dass der Befall innerhalb der Segara Anakan Lagune mit 0 bis 8,6 % Prävalenz (und im Vergleichsjahr von 2004 mit 9,5 %) gering war, im Gegensatz zum Küstenbereich mit 16,7 bis 40,0 % Prävalenz in beiden Untersuchungsjahren. Während der Befall mit diesem Hirudinea im ersten Untersuchungsjahr im Vergleich zwischen allen drei Untersuchungsgebieten sich nicht signifikant unterschied (Kontingenztafel: $p>0,05$), war ein signifikanter Unterschied im zweiten Untersuchungsjahr innerhalb und außerhalb der Segara Anakan zu verzeichnen (Kontingenztafel: $\chi^2_{empirisch}$: 17,17, $p = 0,000$). Dies spricht für die erhöhte Kontamination innerhalb der Segara Anakan Lagune durch Schwermetalle, Pestizide, Hydrocarbonate und organische Schadstoffe, die auch in den Arbeiten von Romimohtarto et al. (1991), Khrycheva (2009) und Yoganathan (2009) besonders im östlichen Teil (Area 3) der Lagune nachgewiesen werden konnten. Innerhalb der Probennahmen der *E. coioides* balinesischer Gewässer und in Sumatra (am BBL und in Ringgung von Rückert 2006) der Vergleichsprobennahmen konnte diese Hirudinea Art bisher nicht nachgewiesen werden, was auf das zoogeographische Verbreitungsmuster dieser Hirudinea und nicht auf eine eventuelle Verschmutzung des Habitats zurückzuführen ist. Aufgrund dessen wurde in den Stargraphen (Abb. 68-71) auf eine Integration dieser Hirudinea bei diesen Probennahmen verzichtet.

Der Befall der ***Scatophagus argus*** mit dem Crustacea *Cymothoa elegans* der vorliegenden Arbeit war innerhalb der Lagune mit 45,0 bis 55,0 % Prävalenz höher als außerhalb der Lagune mit 22,2 % Prävalenz. Signifikant unterschied sich hier das zweite Untersuchungsjahr innerhalb der Segara Anakan vom ersten außerhalb der Lagune, was auch auf die Jahresschwankung zurückzuführen sein kann (Kontingenztafel: $\chi^2_{empirisch}$: 4,26, $p = 0,039$). Allerdings war im Befall mit dem Crustacea der

gleichen Gattung *Cymothoa* sp. der vorangegangenen Studie von Yuniar (2005) ein signifikanter Unterschied zwischen dem Gebiet der Lagune in Area 2 und 3 vorhanden (Kontingenztafel: $\chi^2_{empirisch}$: 7,78, p = 0,005). Ein erhöhter Crustacea Befall innerhalb der Segara Anakan Lagune könnte gemäß Dzikowski et al. (2003) für eine höhere Verschmutzung der Lagune sprechen.

Ökosystembewertung der genutzten Endoparasiten: Innerhalb der Großgruppe der Digenea wurden die Vertreter *Allopodocotyle epinepheli*, *Didymodiclinus* sp. und *Prosorhynchus* sp. II auf ihre mögliche Funktion als Bioindikatoren getestet. Es handelt sich bei den Digenea um Parasiten, die im Allgemeinen einen dreiwirtigen Lebenszyklus vollziehen, der Mollusken als erste Zwischenwirte, andere Invertebrata und/oder Teleostei als zweite und in diesem Fall Epinepheliden als Endwirte befällt (weitere Informationen siehe Kapitel 5.7). Bei den ***Epinephelus areolatus*** war der Befall mit *Didymodiclinus* sp. an den beiden Standorten Bali und Küstenbereich der Segara Anakan besonders auffällig, was auch durch die SIMPER Analyse bestätigt wurde (Kapitel 4.6, Anhang 14). Während in der Segara Anakan bei dieser Fischart gar kein Befall mit diesem Digenea festgestellt wurde, trat *Didymodiclinus* sp. bei *E. areolatus* aus balinesischen Gewässern zu 100 % Prävalenz auf. Dies stellt einen signifikant höheren Befall der vor Bali untersuchten *E. areolatus* dar (Kontingenztafel: $\chi^2_{empirisch}$: 60,00, p = 0,000). Die Vergleichbarkeit des Befalls mit diesem Digenea an beiden Standorten ist möglich, da in der Segara Anakan bereits *Didymodiclinus* sp. in *E. coioides* sowohl innerhalb als auch außerhalb der Lagune nachgewiesen werden konnten und somit eine zoogeographische Beschränkung des Parasiten ausgeschlossen ist. Demnach muss die unterschiedliche Parasitierung in der Lebensweise bzw. den verschiedenen Futterpräferenzen der Fischarten in den verschiedenen Habitaten begründet liegen. Der Befall mit *Allopodocotyle epinepheli* der untersuchten ***E. fuscoguttatus*** innerhalb der Marikulturanlage zeigte einen signifikanten Rückgang des Befalls über die Jahre beginnend vom ersten Untersuchungsjahr in 2003/04 der Vergleichsprobennahme von Rückert (2006) zum nächsten in 2004/05 (Kontingenztafel: $\chi^2_{empirisch}$: 8,74, p = 0,003) und vom ersten Untersuchungjahr in 2003/04 zum letzten der vorliegenden Untersuchung (Kontingenztafel: $\chi^2_{empirisch}$: 11,67, p = 0,001). Dieser Rückgang muss an einer Veränderung der Zwischenwirtsvorkommen bzw., da es sich um gehälterte Fische in einer Marikulturanlage handelt, um Änderungen im Fütterungsmanagement handeln. Im Vergleich dazu sind die Befallszahlen von *A. epinepheli* der freilebenden *E. fuscoguttatus* der Untersuchung von Rückert et al. (2009c) über die Untersuchungsjahre relativ konstant. Da der niedrigste Befall der *A. epinepheli* der freilebenden *E. fuscoguttatus* von Ringgung aus der Vergleichsprobennahme in 2003 mit 65,7 % signifikant höher lag als der höchste Befall dieses Digenea der gehälterten *E. fuscoguttatus* aus der Marikulturanlage in 2007/08 mit nur 2,9 %, ist ein signifikanter Unterschied zwischen allen Prävalenzen dieses Digenea der untersuchten freilebenden und gehälterten *E. fuscoguttatus* gegeben (Kontingenztafel: $\chi^2_{empirisch}$: 9,69, p = 0,002). Dies spricht für eine höhere Parasitenakkumulation und für Unterschiede in den einzelnen Nahrungskomponenten der freilebenden Fische unter natürlichen Umweltbedingungen (Hudson et al. 2006, Hechinger et al. 2007).

Innerhalb der Großgruppe der Cestoda wurden die Vertreter *Bothriocephalus* sp., *Callitetrarhynchus gracilis*, *Parotobothrium balli* und *Scolex pleuronectis* getestet. Bei den freilebenden ***Epinephelus coioides*** der vorliegenden Untersuchung trat *Bothriocephalus* sp. innerhalb der Lagune nur im ersten Untersuchungsjahr mit 8,6 % Prävalenz auf. Im Küstenbereich der Segara Anakan kam er hingegen mit 20,0 bis 26,7 % Prävalenz vor. Die Unterschiede sind in beiden Fällen nicht signifikant (Kontingenztafel: $\chi^2_{empirisch}$: 1,77, p = 0,184 und $\chi^2_{empirisch}$: 3,76, p = 0,052). Allerdings lag der Befall dieses Cestoda der *E. coioides* innerhalb der Segara Anakan in 2004 der Vergleichsprobennahme (Yuniar 2005) mit 23,8 % wesentlich höher als in der vorliegenden dieses Gebietes, was sich aber aufgrund des geringeren Gesamtprobenumfanges des Vergleichsdatensatzes nicht signifikant unterscheidet (Kontingenztafel: $\chi^2_{empirisch}$: 2,49, p = 0,115). Bei den trypanorhynchen Cestoda *C. gracilis* und *P. balli* werden im Lebenszyklus als Endwirt Elasmobranchii obligat eingeschaltet. Dabei handelt es sich um einen vierwirtigen Lebenszyklus für *C. gracilis* und einen dreiwirtigen für *P. balli* (Palm 2004) (siehe auch 5.7). Bei den untersuchten ***E. areolatus*** der beiden Untersuchungsgebiete wurden diese beiden trypanorhychen Cestoden in die Stargraphen integriert. In beiden Fällen traten die Parasiten ausschließlich in den Fischen vor Bali auf (6,7 und 3,3 % Prävalenz). *P. balli* scheint eine weite Verbreitung in Indonesien aufzuweisen, da Palm (2004) diesen Parasiten schon aus Gewässern vor Sumatra nachwies. Im Fall von *P. balli* könnte die Abwesenheit im Küstengebiet der Segara Anakan dennoch am zoogeographischen Verbreitungsmuster des Cestoda liegen, da dieser dort noch nie nachgewiesen wurde. Dies ist bei Vertretern der Gattung *Callitetrarhynchus* im Küstenbereich der Segara Anakan ausgeschlossen, da Theisen (2009) dort bereits *Callitatrarhynchus* sp. aus *Nemipterus japonicus* isolierte, wobei es sich bei *N. japonicus* wahrscheinlich sogar um eine Beutefischart des untersuchten Zackenbarsches handelt (Rückert 2006) und so die Übertragung des Parasiten auf *E. areolatus* vollzogen werden kann. Der Unterschied ist in beiden Fällen jedoch nicht signifikant (p>0,05). Der Befall der freilebenden ***E. coioides*** mit *Scolex pleuronectis* war innerhalb der Segara Anakan Lagune im ersten Untersuchungsjahr mit geringer Prävalenz (2,9 %) signifikant niedriger als im Gegensatz zu den Fischen der balinesischen Küste mit 42,9 % desselben Jahres (Kontingenztafel: $\chi^2_{empirisch}$: 15,89, p = 0,000). Lafferty et al. (2008) sagen aus, dass das Sammeln larvaler Cestoda aus kleinen Fischen eine überzeugende Methode zur Abschätzung der räumlichen Verbreitung von Haiarten darstellt. Da es in bzw. vor der Segara Anakan Hainachweise gibt (Hennen 2010), lässt dieser signifikante Unterschied des larvalen Cestoda *S. pleuronectis* darauf schließen, dass die Kette im Lebenszyklus des Parasiten an anderer Stelle durch eine Senkung der Zwischenwirtsvorkommen in diesem Gebiet aufgrund von äußeren Einflüssen (unnatürlichen Bedingungen) beeinflusst sein muss, was eine Parasitentransmission reduzierte (Lafferty et al. 2008).

Bei den in die Stargraphen integrierten Nematoda handelt es sich um die Arten/Taxa *Cucullanus* sp., *Raphidascaris* sp. und *Terranova* sp., die unterschiedlich viele Wirte in ihren Lebenszyklen nutzen (Kapitel 5.7). Der Befall mit dem anisakiden Nematoda *Raphidascaris* sp. lag

bei den freilebenden ***Epinephelus coioides*** der vorliegenden Untersuchung innerhalb und außerhalb der Segara Anakan eher niedrig (2,9 bis 8,6 %), während dieser bei den Fischen von Bali bei 20,0 bis 28,6 % Prävalenz erhöht war. Im ersten Untersuchungsjahr war bei diesem Nematoda im Vergleich der Segara Anakan Area 3 mit Bali ein signifikant höherer Befall der Fische vor Bali zu verzeichnen (Kontingenztafel: $\chi^2_{empirisch}$: 8,74, p = 0,003). Dies zeigte sich auch bei den freilebenden ***E. areolatus*** der beiden Untersuchungsgebiete vor der Segara Anakan und Bali. Hier lag ebenfalls ein signifikant höherer Befall der Fische aus balinesischen Gewässern mit *Raphidascaris* sp. vor (Kontingenztafel: $\chi^2_{empirisch}$: 9,52, p = 0,002). Die Probennahmen der aus der Marikultur stammenden ***E. fuscoguttatus*** zeigten einen signifikanten Rückgang der beiden anisakiden Nematoda *Raphidascaris* sp. und *Terranova* sp. von 2003/04 (Rückert 2006) nach 2007/08 und 2008/09, wobei *Terranova* sp. in der vorliegenden Studie gar nicht mehr auftrat (Kontingenztafel: $\chi^2_{empirisch}$: 20,90, p = 0,000 und $\chi^2_{empirisch}$: 28,00, p = 0,000). Auffällig bei *Cucullanus* sp. der untersuchten ***Scatophagus argus*** der Vergleichsprobennahmen in 2004 (Yuniar 2005) war ein signifikant höherer Befall in Area 2 der Segara Anakan Lagune (28,6 % Prävalenz) im Vergleich zur Area 3 (0 % Prävalenz) desselben Jahres (Kontingenztafel: $\chi^2_{empirisch}$:11,67, p = 0,001). Innerhalb und außerhalb der Lagune des ersten Untersuchungsjahres der vorliegenden Untersuchung in 2007/08 war kein signifikanter Unterschied im Befall der *S. argus* mit *Cucullanus* sp. vorhanden (Kontingenztafel: $\chi^2_{empirisch}$: 0,012, p = 0,910). Es bestand aber ein signifikant höherer Befall mit diesem Nematoda der Fische aus der Lagune in Area 3 von 2008/09 im Vergleich zu der vorangegangenen Probennahme von 2004 (Kontingenztafel: $\chi^2_{empirisch}$: 11,79, p = 0,001). Somit kann durch *Raphidascaris* sp. und *Cucullanus* sp. eine Störung der Verlinkung in der Zwischenwirtskette im Gebiet der Segara Anakan indiziert werden. Die Erhöhung des Befalls mit *Cucullanus* sp. innerhalb der Segara Anakan Lagune (Area 3) über die Jahre könnte als Indiz für eine „Erhohlung“ des Ökosystems herangezogen werden, was wiederum für die Aussage von Khrycheva (2009) spricht, dass es in 2002 und 2004 Tankerunfälle innerhalb der Lagune in Area 3 gegeben haben soll. In der Marikultur zeigten die beiden anisakiden Nematoda *Raphidascaris* sp. und *Terranova* sp. durch ihren Rückgang über die Jahre Veränderungen im Ökosystem an, die durch Managementveränderungen oder eine Ökosystemverschlechterung ausgelöst wurden (Diamant et al. 1999, Dzikowski et al. 2003).

Innerhalb der Acanthocephala wurden die Arten/Taxa *Filisoma* spp., *Serrasentis sagittifer* und *Southwellina hispida* auf ihre Funktion zur Bioindikation getestet. Diese Acanthocephala nutzen unterschiedliche Wirte in ihren Lebenszyklen (Kapitel 5.7). Mit der Interpretation der nachgewiesenen *Southwellina hispida* der untersuchten ***Epinephelus coioides*** verhält es sich ähnlich wie bei dem vorangegangen diskutierten Hirudinea *Zeylanicobdella arugamensis*. Es kann im Grunde auch hier nur eine Aussage innerhalb des Segara Anakan Gebietes mit seinen beiden Standorten gemacht werden, da ein Nachweis dieses Acanthocephala vor der balinesischen Südküste bisher nicht erbracht wurde. Aus diesem Grund wurde hier in den Stargraphen von Bali auf eine Integration verzichtet (Abb. 68-70). Innerhalb der Segara Anakan ist der Befall mit 2,9 bis 8,6 % Prävalenz geringer als außerhalb der

Lagune mit 16,7 bis 20,0 % Prävalenz. Während sich der Befall des ersten Untersuchungsjahres der beiden Standorte nicht signifikant unterscheidet (Kontingenztafel: $\chi^2_{empirisch}$: 0,981, p = 0,322), ist ein signifikant höherer Befall der Fische des Küstenbereiches im Vergleich zu innerhalb der Lagune im zweiten Untersuchungsjahr gegeben (Kontingenztafel: $\chi^2_{empirisch}$: 4,94, p = 0,026). Die Prävalenzen des Acanthocephala *Serrasentis sagittifer* bei den untersuchten ***E. areolatus*** beider Standorte lagen signifikant höher in den Fischen aus dem Untersuchungsgebiet vor Bali (Kontingenztafel: $\chi^2_{empirisch}$: 5,46, p = 0,020). Theisen (2009) wies *S. sagittifer* bereits im Küstengebiet der Segara Anakan in *Johnius coitor*, *Nemipterus japonicus* und *Platycephalus arenarius* nach, womit eine zoogeographische Verbreitung dieses Acanthocephala auch im Küstenbereich der Segara Anakan belegt ist. Bei dem Befall mit *Filisoma* spp. der ***Scatophagus argus*** sind keine signifikanten Unterschiede gleicher Untersuchungsgebiete verschiedener Jahre und gleicher Untersuchungsjahre verschiedener Gebiete der vorliegenden Untersuchung und der vorangegangenen Arbeit vorhanden (Yuniar 2005) (Kontingenztafel: p>0,05). Der stark unterschiedliche Probennahmenumfang könnte hier eine Rolle für die geringen Unterschiede spielen (Tab. 6, 7).

Innerhalb der Segara Anakan Lagune (Area 3) ist das Gewässer sowohl den urbanen (Stadt Cilacap) als auch den industriellen (Ölraffinerie, Zementfabrik und Hafenbetrieb) Einwirkungen ausgesetzt (Khrycheva 2009, Rückert et al. 2009a, Yoganathan 2009). Khrycheva (2009) und Yoganathan (2009) konnten Verschmutzung mit organischen Schadstoffen besonders im östlichen Teil der Segara Anakan Lagune (Area 3) belegen. Dies konnte in der vorliegenden Arbeit ebenfalls durch den erhöhten Trichodinen- und Crustaceabefall mit *Cymothoa* sp. und den verringerten Hirudineabefall mit *Zeylanicobdella arugamensis* innerhalb der Segara Anakan Lagune in Area 3 eindeutig indiziert werden. Abgesehen von der Verschmutzungsindikation sagen die verschiedenen genutzten Endoparasiten etwas über die unterschiedlichen Lebensweisen und Futterpräferenzen der freilebenden Fische aus (siehe Diskussion von *Didymodiclinus* sp.). Bei den gehälterten Fischen zeigt der Rückgang des Digenea *Allopodocotyle epinepheli* und der Nematoda *Raphidascaris* sp. und *Terranova* sp. Änderungen im Futtermanagement bzw. dem Zwischenwirtsvorkommen in diesem Gebiet an (Dzikowski et al. 2003, Hechinger et al. 2007, Hudson et al. 2006), da diese durch die Netze von den Fischen aufgenommen werden (Rückert et al. 2009b). Der Vergleich des Befalls von *A. epinepheli* der freilebenden und gehälterten *Epinephelus fuscoguttatus* zeigt eine erhöhte Parasitenakkumulation unter natürlichen Umweltbedingungen (Hechinger et al. 2007, Hudson et al. 2006). Ebenfalls für Änderungen in den Zwischenwirtsvorkommen bestimmter Habitate und die räumliche Verbreitung der Zwischen- und Endwirte stehen der Cestoda *Scolex pleuronectis* (Lafferty et al. 2008), die Nematoda *Raphidascaris* sp. und *Terranova* sp. und die Acanthocephala *Southwellina hispida* und *Serrasentis sagittifer*. Einige Parasitenfunde (siehe Diskussion von *Zeylanicobdella arugamensis* und *Southwellina hispida*) indizieren an dieser Stelle die zoogeographische Einschränkung mancher Parasitenarten auf bestimmte Areale, während andere, z.B. *Scolex pleuronectis*, kosmopolit verbreitet sind (Klimpel et al. 2008a).

Bewertung der Parameter zur Bioindikation: Die Anwendung einzelner Parasitenarten als Bioindikatoren ist somit möglich. Es ist allerdings zu bedenken, dass nicht alle Parasitenarten eine ähnliche zoogeographische Verbreitung aufweisen. Somit hängt deren Vorkommen nicht zwangsläufig mit der Verschmutzung eines Gebietes zusammen. Aussagen diesbezüglich können im Grunde nur gemacht werden, wo Parasiten einer bestimmten Art schon einmal dokumentiert wurden und dann verschwinden oder diese in einem gut untersuchten Habitat plötzlich auftreten. In Langzeitstudien, wie es bei den hier diskutierten ***Epinephelus fuscoguttatus*** (siehe auch Palm et al. eingereicht) der vorliegenden Studie in Kombination mit den vorangegangenen Untersuchungen der Fall ist, **stellen die einzelnen Parasitenarten ein gutes Mittel zur Bioindikation dar**. Die Betrachtung von Befallszahlen einzelner Arten kann, wie voranstehend dargelegt, einen Einblick in bestimmte Habitate geben. Dabei sind jedoch Fachkenntisse vor allem über die Verbreitung der Arten sowie die jeweiligen Lebenszyklen nötig, um Aussagen treffen zu können. Ansonsten sind berechnete und angewandte Parameter, wie bereits in dieser Arbeit vorgestellt, empfehlenswert. Diese bestehen aus Kombinationen verschiedener Parasitenarten bzw. anderer Daten und sind somit unabhängig gegenüber dem Vorkommen einzelner Arten sowie weniger sensibel für bestimmte Verbreitungsmuster und ein saisonales Auftreten einzelner Parasitenarten.

Integration in den Stargraphen: Die verschiedenen Parasitenarten/-taxa wurden bei verschiedenen Fischarten meistens in zwei Versionen integriert. In welcher Kombination ist dem jeweiligen Stargraphen zu entnehmen (Kapitel 4.7).

5.4.2 Unterscheidung der Gebiete (Regionalität)

Die Unterschiede in der Regionalität und Annualität anhand der Standardberechnungen wie Prävalenzen, Intensitäten und mittlere Abundanzen sowie der Cluster-Analyse und MDS Plots wurden bereits in den Kapiteln 5.2 und 5.3 vorgestellt und diskutiert. Folgend werden diese Unterschiede, entsprechend der ersten Arbeitshypothese, noch einmal aufgegriffen, um sie anhand der Stargraphmethodezu diskutieren. Die Besprechung der in die Stargraphen integrierten Parameter sowie deren Aussage und Bewertung fand in Kapitel 5.4 statt. Die Stargraphen sind in Kapitel 4.7 dargestellt.

Segara Anakan (innerhalb und außerhalb der Lagune): Betrachtet man die Stargraphen der Vergleichsdaten von ***Scatophagus argus*** aus der Segara Anakan in Area 2, so indiziert der Stargraph in Abbildung 89a und b eine im Vergleich zu Area 3 in 2004 (Abb. 90a, b) für diese Fischart relativ gleichmäßige Verteilung, vor allem der oberen „Ökosystemindikatoren“, ein stabileres Ökosystem. Die Werte der Stargraphen dieser Fischart in 2004 (Yuniar 2005) sind aber vor allem bei Abbildung 90b außerhalb der theoretischen Grenzwerte (siehe Anpassung der Grenzwerte der vorangegangenen Parameter in Kapitel 5.4), was in diesem Untersuchungsjahr bessere Umwelt-

bedingungen der Segara Anakan in Area 3 belegen würde. Allerdings könnte die Stabilität der in Abbildung 89b gezeigten Parameter der Segara Anakan Area 2 höher gewichtet werden als deren „unruhige“ Lokalisation weiter außerhalb der Grenzwerte des vergleichbaren Stargraphen in Abbildung 90 der Fische aus Area 3. Somit stellt sich die Segara Anakan Area 2 in 2004 als weniger belastet (natürlicher) dar als in Area 3. Die kleinste Fläche kann bei den *S. argus* aus der Segara Anakan des Küstenbereiches beobachtet werden und ist wahrscheinlich auf die geringere Größenklasse der untersuchten Fische aus diesem Gebiet zurückzuführen (Tab. 9). Anhand der Stargraphen der ***Epinephelus coioides*** allerdings lässt sich die Segara Anakan Area 3 als das Gebiet mit den extremsten Umwelteinflüssen, wie Verschmutzung durch organische Schadstoffe, herausstellen, da sämtliche genutzten Systemparameter hier zum Zentrum hin orientiert sind (Abb. 60-63, 72). Auch indiziert die starke Schwankung von einem zum anderen Parameter eine geringe Stabilität im System. Die Fläche, die durch die Verbindung der genutzten Stargraphen entsteht, ist bei den Fischen innerhalb der Segara Anakan in Area 3 am kleinsten und am weitesten zur Mitte des Stargraphen orientiert. Der regionale Vergleich der Stargraphen der *E. coioides* der vorliegenden Arbeit innerhalb und außerhalb der Segara Anakan zeigt, dass das Ökosystem des Küstenbereiches der Segara Anakan im ersten Untersuchungsjahr demjenigen innerhalb der Lagune in Area 3 ähnelt. Im zweiten Untersuchungsjahr gleichen die oberen Ökosystemindikatoren eher dem von Bali (Abb. 91a, b). Diese Diskrepanz könnte möglicherweise mit dem Migrationsverhalten der Fische und am Wasseraustausch des inneren Lagunenwassers mit dem der Küstenzone begründet sein (Jennerjahn et al. 2009). Anhand des visuellen Eindrucks der Flächen, Formen und Lokalisation der Parameter der Stargraphen dieser beiden Gebiete der untersuchten *E. coioides* stellt das Gebiet innerhalb der Lagune in Area 3 gegenüber dem des Küstenbereiches in Area 4 das unnatürlichere Gebiet dar. Dies entspricht den Aussagen von Holtermann et al. (2009), Jennerjahn et al. (2009) und Romimohtarto et al. (1991) über stark schwankende Wasserparameter innerhalb dieses Lagunensystems.

Segara Anakan und Bali: Eine Aussage über die Umweltbedingungen der Segara Anakan im Vergleich zu denen der Gewässer vor Bali kann mit Hilfe der Stargraphen der ***Epinephelus coioides*** und der ***E. areolatus*** getroffen werden (Abb. 64-71, 91 und 75-76, 92a). Wie in der vorangegangenen Passage und in Kapitel 5.2 diskutiert, zeigen im Vergleich der Segara Anakan Gebiete die Stargraphen innerhalb der Lagune die größte Belastung bzw. die unnatürlicheren Umweltbedingungen. Die besten und natürlicheren Bedingungen sind im Gegensatz dazu bei den *E. coioides* und bei den *E. areolatus* aus balinesischen Gewässern erkennbar. Dies zeigt sich deutlich in einer vergrößerten Fläche der Stargraphen in Abbildung 91a und 92a. Bei *E. areolatus* sind acht der zehn integrierten Parameter aus balinesischen Gewässern weiter außerhalb lokalisiert (Abb. 92a). Die beiden Parameter Ekto-/ Endoparasiten Verhältnis und Simpson Index sind in diesem Fall als einzige Parameter weiter zum Zentrum des Stargraphen angeordnet, was an der insgesamt höheren Biodiversität der balinesischen Gewässer und somit auch am höheren Ektoparasitenvorkommen dort liegt. Auch bei den *E. coioides* ist erkennbar, dass es sich bei Bali um das natürlichste System unter den Vergleichsstandorten handelt.

Dies wird besonders deutlich bei einem Vergleich der Fische innerhalb der Lagune zu den Tieren aus Bali (Abb. 60-63 vs. 68-71, 91).

Segara Anakan, Bali und Sumatra (Ringgung, Balai Budidaya Laut): Die Stargraphen der freilebenden ***Epinephelus coioides*** der vorliegenden Arbeit in 2008/09 von Bali zeigen im Vergleich zu denen aus Ringgung in 2003 (Rückert 2006) Werte im natürlicheren Bereich innerhalb der oberen Ökosystemindikatoren. Alle Ökosystemparameter liegen hier weiter außerhalb lokalisiert als das bei dem Stargraphen von Ringgung der Fall ist (Abb. 71 vs. 73a). Lediglich die Prävalenzen der drei Endoparasitenarten der Probennahme von Ringgung sind weiter nach außen orientiert. Den oberen Ökosystemindikatoren sollte in dem Fall eine höhere Gewichtung beigemessen werden, da alle Werte im positiveren Bereich liegen. Im Vergleich der Probennahmen dieser Fischart aus der Segara Anakan Lagune mit Ringgung ist letzteres das deutlich natürlichere Gebiet (Abb. 60-63 vs. 73). Beim Vergleich der freilebenden Fische aus Bali versus der gehälterten in Sumatra ist ein ähnliches Bild erkennbar wie bei selbigem Vergleich mit den freilebenden Fischen aus Ringgung (Abb. 68-71 vs. 74). Das etwas bessere Ekto-/ Endoparasiten Verhältnis der gehälterten Fische in Sumatra könnte in den Behandlungen innerhalb einer Marikulturanlage begründet liegen, durch die das Vorkommen der Ektoparasiten je nach Anwendung reduziert wird. Somit lässt sich die Aussage in Kapitel 5.4 über das Ekto-/Endoparasiten Verhältnis bestätigen, dass sich dieser Parameter besonders gut in Marikulturanlagen verwenden lässt, um z.B. Behandlungsintervalle zu testen.

Für die **regionale Unterscheidung** freilebender Fische sind demnach besonders die Parameter **Hepatosomatischer Index, Evenness der Endoparasiten, Simpson Index** und **Endoparasitenbiodiversität** nach Shannon-Wiener sowie die **Trichodinenprävalenz** geeignet (siehe auch Kapitel 5.4 der Diskussion der einzelnen Parameter).

5.4.3 Unterscheidung der Annualität

Entsprechend der zweiten Arbeitshypothese sind anhand der Stargraphen, wie in Kapitel 5.3 diskutiert, ***nur geringe Schwankungen*** der Parameter der untersuchten ***Epinephelus coioides*** und der ***Scatophagus argus von einem Untersuchungsjahr zum anderen*** im gleichen Gebiet ***erkennbar*** (Abbschnitt 4.7, Abb. 93-94). Dies gilt auch für die gehälterten ***E. fuscoguttatus*** der vorliegenden Arbeit, dargestellt in Abbildung 81-82. Es wird deutlich, dass diese Schwankungen nur bei genauerer Betrachtung der einzelnen Werte überhaupt auszumachen sind, da sich sowohl die Flächengröße als auch die Flächenform der verbundenen Parameter kaum verändert. Vergleicht man die Stargraphen der ***S. argus*** der vorangegangenen Untersuchung der Segara Anakan Area 3 in 2004 (Yuniar 2005) mit denen der vorliegenden Untersuchung des Untersuchungsjahres in 2008/09, indiziert der Stargraph (Abb. 94) eine geringfügige Verbesserung der Umweltbedingungen/- bzw. belastung über die Jahre für diese Fischart, insbesondere bei Berücksichtigung der extremen Schwankungen der Parameter in

2004. Bei den ***E. fuscoguttatus*** aus der Marikulturanlage von 2003/04 (Rückert 2006) im Vergleich zu denen aus dem Jahr 2008/09 (Abb. 93b) ist eine deutliche Verschiebung der Parameter in den „beeinflussten" Bereich erkennbar. Dies passt zu den Aussagen, die anhand der Prävalenz, Intensitäts- und mittleren Abundanzdaten sowie der Cluster-Analyse und dem MDS Plot bereits in Kapitel 5.3 getroffen und diskutiert wurden.

Somit wird durch die Stargraphmethode die Aussage bestätigt, dass nur **geringe Schwankungen über zwei aufeinanderfolgende Jahre** auszumachen sind, während über einen längeren Zeitraum Unterschiede mit Hilfe dieser Methode visualisiert werden können. Bei den **Langzeitveränderungen sind die Parameter Hepatosomatischer Index, Evenness der Endoparasiten, Ekto-/Endoparasiten Verhältnis und Endoparasitenbiodiversität nach Shannon-Wiener sowie die Trichodinenprävalenz besonders geeignet** (Abb. 93, 94) (siehe auch Kapitel 5.4 der Diskussion der einzelnen Parameter).

5.5 Bioindikatoren in einer Marikulturanlage

5.5.1 Allgemeine Parasitennachweise von *Epinephelus fuscoguttatus*

Diese Fischart stand aufgrund ihrer kommerziellen Bedeutung bereits im Fokus fischparasitologischer Untersuchungen indonesischer Gewässer (siehe Rückert et al. 2009c). Allerdings verhält es sich hier ähnlich wie bei den Untersuchungen zu *Epinephelus coioides*, dass zumeist nur vereinzelte Nachweise oder allgemeine Studien zum Parasitenbefall von *E. fuscoguttatus* vorliegen (Tab. 3). Von Rückert (2006) und Rückert et al. (2009c), Palm und Rückert (2009) und Palm et al. (eingereicht) wurden bis Dato erstmals umfassende parasitologische Untersuchungen an dieser Fischart durchgeführt. So konnten von Rückert (2006) und Rückert et al. (2009c) und Palm und Rückert (2009) bei *E. fuscoguttatus* 40 Parasitenarten nachgewiesen werden, wovon es sich bei 39 dieser Nachweise um neue Gebiets- und Wirtsnachweise handelte (Rückert 2006). **Ciliata** der Gattung *Trichodina* konnten bereits von mehreren Autoren dokumentiert werden, so von Kurniastuty und Hermawan (1998) und Wijayati und Djunaidah (2001) sowie Rückert (2006) und Rückert et al. (2009c), Palm und Rückert (2009) und Palm et al. (eingereicht) aus Gewässern in Sumatra, bei gehälterten Fischen aus der Marikultur in Balai Budidaya Laut Lampung, Cobra, Tanjung Putus, Tausend Inseln (Pulau Seribu) und freilebenden Fischen von Ringgung, mit Prävalenzen von 1,4 bis 32,4 %. Da die Nachweise der vorliegenden Untersuchung Folgeuntersuchungen der von Rückert (2006) durchgeführten Arbeiten der gehälterten *E. fuscoguttatus* aus der Anlage von den Tausend Inseln darstellen, ist hier ein direkter Datenvergleich über die Jahre möglich. Rückert (2006) bzw. Palm et al. (eingereicht) wiesen hier Prävalenzen von 2,9 % für *Trichodina* sp. ausschließlich im ersten Untersuchungsjahr in 2003/04 nach. Während der vorliegenden Studie konnte in beiden Jahren (2007/08 und 2008/09) derselbe Befall bestätigt werden. Innerhalb der **Digenea** wurden fünf Arten in dieser Studie nachgewiesen.

Didymozoidae gen. et sp. indet. wurde auch von Rückert (2006) in einem freilebenden Exemplar dieser Fischart aus Ringgung isoliert (2,9 % Prävalenz). In dieser Studie wurde ein deutlich höherer Befall von 14,3 % Prävalenz mit diesem Digenea verzeichnet. *Allopodocotyle epinepheli* wurde von Palm und Rückert (2009) und Rückert (2006) zu 5,7 bis 100 % Prävalenz in verschiedenen Gebieten Indonesiens nachgewiesen. In den Tausend Inseln fielen die Werte von 2003/04 auf 2004/05 von 29,0 auf 3,0 % (Palm et al. eingereicht, Rückert 2006). In der vorliegenden Studie kam dieser Digenea in 2007/08 mit 2,9 % Prävalenz vor. Die Prävalenzen von *Prosorhynchus* cf. *crucibulum* fielen (von 49,0 % in 2003/04) ebenso wie die von *Prosorhynchus* sp. I (gleich mit *P. australis*; von 43,0 % in 2003/04) (Palm et al. eingereicht, Rückert 2006) in dieser Studie auf 0 % und 2,9 % in 2008/09. Bei dem Digenea *Lecithochirium magnaporum* zeichnete sich ein ähnliches Muster ab. Die Prävalenz fiel von 23,0 % in 2004/05 (Palm et al. eingereicht, Rückert 2006) auf 5,7 % im zweiten Untersuchungsjahr (2008/09) der vorliegenden Arbeit ab. Innerhalb der **Monogenea** wurden in der vorliegenden Studie zwei Arten dokumentiert. Sowohl *Benedenia epinepheli* als auch *Pseudorhabdosynochus lantauensis* konnten in den vorangegangenen Untersuchungen von Palm et al. (eingereicht) und Rückert (2006) mit bis zu 89 % Prävalenz für *B. epinepheli* und mit 100 % in allen vorangegangenen Untersuchungen seit 2003/04 in den Tausend Inseln nachgewiesen werden. In dieser Arbeit lag der Befall mit *B. epinepheli* innerhalb beider Jahre bei 40,0 und 20,0 % und für *P. lantauensis* bei 82,9 und 100 % Prävalenz (2007/08 nach 2008/09). Bei den **Cestoda** konnte nur eine Parasitenart isoliert werden. Dabei handelte es sich um *Scolex pleuronectis*, der durch Palm et al. (eingereicht) und Rückert (2006) zu 26,0 % in 2003/04 und zu 40,0 % Prävalenz im Folgejahr (2004/05) und danach stetig fallend bis zur vorliegenden Untersuchung in 2008/09 auf 2,9 % Prävalenz dokumentiert wurde. Bei den **Nematoda** traten zwei Arten auf. *Raphidascaris* sp. wurde von Palm et al. (eingereicht) und Rückert (2006) zu 83,0 % in 2003/04 und 63,0 % im Folgejahr (2004/05) nachgewiesen. Während der vorliegenden Arbeit sank die Prävalenz von *Raphidascaris* sp. auf 28,6 % in 2008/09 ab. *Camallanus carangis* wurde immer zu geringen Befallszahlen dokumentiert. Von Palm et al. (eingereicht) und Rückert (2006) wurde dieser Nematoda zwischen 3,0 und 11,0 % in den Jahren von 2003/04 bis 2006 nachgewiesen. In der aktuellen Arbeit trat *C. carangis* nur im ersten Untersuchungsjahr (2007/08) mit 2,9 % Prävalenz auf. Der ektoparasitische **Hirudinea** *Zeylanicobdella arugamensis* wurde während der vorliegenden Studie zum ersten Mal bei *E. fuscoguttatus* mit 17,2 % Prävalenz dokumentiert. Innerhalb der **Crustacea** wurden in der vorliegenden Arbeit Vertreter der Gnathiidae gen. et sp. indet. zu 2,9 % Prävalenz nachgewiesen. Von Palm et al. (eingereicht) und Rückert (2006) konnten Pennelidae gen. et sp. indet. jeweils zu 6,0 % im ersten und dritten Untersuchungsjahr (2003/04 und 2005/06) dokumentiert werden und *Alcirona* sp. mit 6,0 % Prävalenz in 2003/04.

Die Cluster-Analyse und der MDS Plot der Langzeitveränderung der untersuchten *E. fuscoguttatus* von 2003/04 versus 2008/09 ergab einen signifikanten Unterschied der Parasitenfaunen der beiden Untersuchungsjahre (R: 0,766, S: 0,1 %), während in den

aufeinanderfolgenden Untersuchungsjahren in der vorliegenden Arbeit von 2007/08 versus 2008/09 eine Ähnlichkeit der Parasitenfaunen festgestellt wurde (R: 0,064, S: 0,7) (Abb. 51 vs. 52).

Während im ersten Untersuchungsjahr (2003/04) von Palm et al. (eingereicht) und Rückert (2006) fünf Ektoparasiten (Ciliata (1), Monogenea (2), Crustacea (2)) zu zehn Endoparasiten (Myxozoa (1), Digenea (5), Cestoda (1) und Nematoda (3)) nachgewiesen werden konnten, waren es in der vorliegenden Untersuchung im zweiten Untersuchungsjahr 2008/09 nur noch vier Ektoparasiten (Ciliata (1), Monogenea (2) und Hirudinea (1)) und vier Endoparasiten (Digenea (2), Cestoda (1) und Nematoda (1)). Hierbei traten die Endoparasiten *Lecithochirium neopacificum*, Sanguinicolidae gen. et sp. indet. (Digenea), *Parotobothrium balli* (Cestoda), *Hysterothylacium aduncum* und *Terranova* sp. (Nematoda) in der vorliegenden Studie nicht mehr auf. Diese Veränderungen in der Zusammensetzung der Parasitenfaunen bis hin zum völligen Verschwinden einiger Arten könnten auf Umweltveränderungen wie eine langsame Verschmutzung in diesem Untersuchungsgebiet hindeuten (Diamant et al. 1999, Dzikowski et al. 2003, Hudson et al. 2006). Ebenfalls müssen die Behandlungen und somit der Einfluss der laufenden Marikulturanlage (Tab. 5), deren Futtereintrag und Belastung für die umliegenden Gewässer miteinbezogen werden. Es ist auch bekannt, dass die Fütterungsmethode in der Marikulturanlage innerhalb der Jahre geändert wurde. Anstatt frischen Fisch aus der Umgebung als Nahrungsquelle zu nutzen, wurde Fisch vom Fischmarkt in Jakarta eingefroren und verfüttert. Dies könnte ebenfalls ein Grund für die Parasitenreduktion über die Jahre gewesen sein, da eventuell vorhandene Parasitenstadien durch den Gefriervorgang abgetötet werden können.

5.5.2 Bewertung der Parameter im Vergleich zu freilebenden *Epinephelus fuscoguttatus*

Betrachtet man die Stargraphen für die drei Vergleichsdatensätze von Rückert et al. (2009c) der freilebenden ***Epinephelus fuscoguttatus*** aus Ringgung in 2002/03, 2003 und 2003/04, so ist eine Stabilität besonders der Endoparasitenbiodiversität und der Evenness Werte der Endoparasiten sowie der einzelnen Endoparasitenprävalenzen (*Scolex pleuronectis*, *Terranova* sp. *Raphidascaris* sp. und *Allopodocotyle epinepheli*) auffällig (Abb. 77-78). Dies spricht bei den freilebenden *E. fuscoguttatus* für eine höhere Parasitenakkumulation unter natürlichen Umweltbedingungen (Hechinger et al. 2007, Hudson et al. 2006). Zwar liegen die Werte unter denen der Fische aus der Marikultur in den ersten beiden Untersuchungsjahren, doch sollte die Stabilität etwas niedrigerer Werte höher beurteilt und somit das Ökosystem als stabiler eingeschätzt werden, als es bei dem System der Marikultur der Fall ist. Dieses würde gleich für mehrere Kriterien eines intakten Ökosystems nach Hudson et al. (2006) sprechen. Die Stabilität in Biodiversität und Berechenbarkeit sowie eine hohe Umweltbelastbarkeit (wie man dem relativ hohen Hepatosomatischen Index entnehmen kann) ist bei den freilebenden Fischen gegeben. Besonders die unteren Parameter der einzelnen Prävalenzen sind bei den freilebenden Fischen beständiger in einem sehr viel positiveren Bereich zum Rand lokalisiert als es bei den gehälterten Fischen der Fall ist (Abb. 77-78 vs. 79-82).

Betrachtet man die Stargraphen der gehälterten *E. fuscoguttatus* in der dargestellten chronologischen Reihenfolge, so wird über die Jahre eine Verkleinerung der Fläche und stärkere Verschiebung der genutzten Parameter zum Zentrum hin deutlich (Abb. 79-82). Die Stargraphen dieser Fischart von den Tausend Inseln von 2003/04 und 2004/05 (Abb. 79) indizieren ein unbelastetes Ökosystem in den ersten Jahren (Palm et al. eingereicht, Rückert 2006), während ab dem Jahr 2006 bis hin zu 2008/09 der Stargraph in sich zusammen fällt (Abb. 80b-82). Dieses „Zusammenfallen" indiziert eine Verschlechterung der Umweltbedingungen innerhalb dieser Marikulturanlage. Diese Verschlechterung kann auf mögliche Umweltveränderungen, wie eine steigende Verschmutzung in diesem Untersuchungsgebiet, zurückzuführen sein. Auch Behandlungen und somit der Einfluss der laufenden Marikulturanlage (Tab. 5), deren Futtereintrag, Änderungen in der Fütterungsmethode oder Ressource und somit resultierende Belastung für die umliegenden Gewässer spielen eine Rolle für das Ökosystem und müssen mitberücksichtigt werden. Laut Aussage des Managements der Anlage waren jedoch die Behandlungsintervalle und Methodik über die Jahre konstant. Es können somit externe Faktoren als Ursache vermutet werden, was somit auf eine enorme Verschlechterung der Umweltsituation hindeutet. Besonders die **Parameter Evenness der Endoparasiten**, **Ekto-/ Endoparasiten Verhältnis** und **Endoparasitenbiodiversität** sowie die **Endoparasitenprävalenzen** (*Scolex pleuronectis*, *Terranova* sp., *Raphidascaris* sp. und *Allopodocotyle epinepheli*) spielen eine große Rolle bei der **Darstellung** der **Unterschiede** (siehe auch Kapitel 5.4 der Diskussion der einzelnen Parameter). Für die beiden Parameter Endoparasitenbiodiversität und Evenness konnte durch den Trendtest nach Neumann ein abnehmender Trend dieser Parameter über die Jahre bestätigt werden ($pv<cv$: $0,53<0,56$ und $0,44<0,89$, $p<0,01$). ***Entsprechend der vierten Arbeitshypothese lässt sich die Entwicklung und der Einfluss einer Fischmarikulturanlage auf die Umwelt***, am Beispiel einer Zackenbarschzucht, mit Hilfe von Fischparasiten ***überwachen***.

5.6 Vorstellung der geeigneten Parameter zur Parasitenbioindikation

Für den Vergleich von Gebieten sind die Parameter Hepatosomatischer Index, Evenness der Endoparasiten, Simpson Index und Endoparasitenbiodiversität nach Shannon-Wiener sowie die Trichodinenprävalenz besonders geeignet. Für die Darstellung von Langzeitveränderungen sind die Parameter Hepatosomatischer Index, Evenness der Endoparasiten, Ekto-/Endoparasiten Verhältnis, Endoparasitenbiodiversität nach Shannon-Wiener und Trichodinenprävalenz aussagekräftig. Zum Parasitenmonitoring einer Marikulturanlage eignen sich besonders die Parameter Evenness der Endoparasiten, Ekto-/Endoparasiten Verhältnis und Endoparasitenbiodiversität, wobei das Ekto-/ Endoparasiten Verhältnis in einer laufenden Marikultur ein besonders gutes Werkzeug zum Evaluieren von Behandlungsintervallen oder auch von Fischbesatzdichten darstellt. Die Aussage über die Verschmutzung eines Ökosystems mittels der Trichodinenprävalenz beschränkt sich auf die freilebenden Fische, da die Befallszahlen der gehälterten Fische mit *Trichodina* sp. durch verschiedene

Behandlungsmethoden herabgesetzt werden. In diesen Fällen können die Prävalenzwerte der *Trichodina* sp. ebenfalls als Mittel für mögliche Verkürzungen oder Verlängerungen von Behandlungsintervallen oder Fragen zur Fischbesatzdichte herangezogen werden (siehe auch Kapitel 5.4 der Diskussion der einzelnen Parameter). Der Befall mit Hirudinea, in diesem Fall mit *Zeylanicobdella arugamensis*, scheint ebenfalls eine Aussage über den Grad der Verschmutzung eines Ökosystems zu haben. An dieser Stelle müssen weitere Untersuchungen folgen, um diesen Eindruck zu bestätigen.

Es lässt sich zusammenfassen, dass die Stargraphmethode nicht mit vorgegebenen Parametern angewendet werden sollte. Bestimmte Parameter, die einen Beitrag haben, müssen im Vorfeld selektiv ausgewählt werden, um diese danach zur Visualisierung in einen Stargraphen zu integrieren. Ebenfalls ungeeignet ist die Stargraphmethode für eine 100 %-ig genaue Ablesung der Werte. Da die Stargraphmethode komplett per Hand entworfen wurde und bisher nicht programmiert ist, können kleine Schwankungen bei den gleichen Werten auftreten. Dafür sind die jeweiligen Tabellen besser geeignet, in denen die exakten Werte angegeben sind. Wie beabsichtigt, stellt die Stargraphmethode jedoch nach Integration der Parameter ein sehr gutes Werkzeug zur übersichtlichen Visualisierung der komplexen und sich teilweise bedingenden Parametern dar. Somit hilft diese Methode tatsächlich, wie von Palm und Rückert (2009) vorgeschlagen, mögliche Unterschiede auf einen Blick kenntlich zu machen. Die Darstellung von Unterschieden mittels der Cluster-Analyse und dem MDS Plot basierend auf den Parasitenabundanzen lässt keine Rückschlüsse auf die Gründe dieser Differenzen zu. Im Gegensatz dazu stellt die Stargraphmethode nicht nur die Möglichkeit zur Visualisierung von Unterschieden dar, sondern durch die genutzten ökologischen Parameter sind zusätzlich Aussagen über die potentiellen Ursachen möglich. ***Somit lassen Fischparasiten sich, entsprechend der dritten Arbeitshypothese, als Bioindikatoren in indonesischen Küstenökosystemen nutzen.***

Zukünftig sollten besonders diejenigen Parameter getestet werden, die in der zusammenfassenden Tabelle der vorliegenden Arbeit die meisten positiven Bewertungen bekommen haben, um deren Aussagekraft und besonders die Grenzwerte weiter zu optimieren (Tab. 34). Die meisten sehr guten Bewertungen treten bei den beiden für die Endoparasiten berechneten Indizes nach Shannon-Wiener (Diversitätsindex) und dem Dominanzindex Evenness auf und sind allein auf deren Bioindikatorfunktion zurückzuführen (Tab. 34). Mit jeweils drei sehr guten Bewertungen schneidet das Ekto-/Endoparasiten Verhältnis und die Trichodinenprävalenz ab, was jeweils zu zwei Dritteln an deren Bioindikatorfunktion liegt und an der einfachen Berechnung dieser beiden Parameter. Getestet werden sollte bei weiteren Probennahmen auch der Hepatosomatische Index, ggf. in Kombination mit Gewässergüteanalysen, um dessen Aussagekraft als Verschmutzungsbioindikator zu definieren und dessen Aussage über natürliche und unnatürliche Umweltbedingungen sowie bakterielle Biomasse zu überprüfen. Dabei sollte möglicherweise das Schlachtgewicht und nicht das Gesamtgewicht der Fische getestet werden. Ebenfalls wäre der Ausbau einer Datenbank basierend auf diesen Parametern

verschiedenster Fischarten und Habitate empfehlenswert, um einen besseren Einblick in art- und standortspezifische Einflüsse zu bekommen und zukünftig globale Vergleiche ziehen zu können.

Der fünften Arbeitshypothese entsprechend, lassen sich die gewonnenen Untersuchungsergebnisse für die Weiterentwicklung eines Bewertungssystems von Umweltbedingungen mit Hilfe von Fischparasiten einsetzen.

Tabelle 34: Zusammenfassung der Bewertung der genutzten Parameter als Bioindikatoren.

	allgemeine Aussagen		**Bioindikation**		**Der Parameter indiziert…**				
Parameter	Komplexität der Berechnung	Arbeitsauf-wand	Eignung als Bioindikator	Managementoptimierung i.e. Marikultur	Verschmutzung	bakterielle Biomasse	extreme Einflüsse	natürliche/ unnatürliche Bedingungen	Zwischenwirts-vorkommen
HSI	XXXX	XXXX	XXX	–	XXX	?	XX	?	–
H´ Endo	X	X	XXXX	–	XXX	–	XXXX	XXXX[3]	XXXX[3]
H´ Total	X	X	XX	–	XX	–	XXX	XX	XX
D	XX	X	XX	–	XX	–	XXX	XX	XX
E Endo	X	X	XXXX	–	XXX	–	XXXX	XXXX	XXXX
E Total	X	X	XX	–	X	–	XXX	X	X
BP	XXXX	X	XX	–	XX	–	XX	X	X
E/E Ratio (R)	XXXX	X	XXX	XXXX	XX	–	XXXX	XX[3]	XX[3]
Trichodinen (P %)	XXXX	X	XX	XXX	XXXX[1]	XXXX[2, 3]	XX	XX	–

Referenzen mit direktem Bezug zur angegebenen Indikatorfunktion: Kahn 1990[1], Palm & Dobberstein 1999[2], Palm & Rückert 2009[3]

XXXX: sehr gut, XXX: gut, XX: mittel, X: niedrig, –: keine Aussage, ?: weitere Tests nötig

5.7 Mögliche Lebenszyklen nachgewiesener Parasitenarten

Im Folgenden werden die sich aus dieser Arbeit ergebenden möglichen Lebenszyklen der nachgewiesenen Parasitenarten unter Verwendung von Fachliteratur rekonstruiert. Um die Lebenszyklen so gut wie möglich nachvollziehen zu können, werden Nachweise aktueller, vorangegangener Arbeiten aus indonesischen Gewässern hinzugezogen.

Ciliata

Die gefundenen trichodinen Ciliaten (*Trichodina* sp. I und sp. II) vermehren sich durch Längsteilung und Konjugation. Sie weisen einen direkten Lebenszyklus von Fisch zu Fisch auf, wobei sie frei in der Wassersäule von einem zum nächsten Wirt schwimmen können. Es handelt sich im Falle der gefundenen Exemplare um Ektoparasiten, es ist aber auch bekannt, dass Trichodinen im Urogenitalsystem verschiedener Wirte (Fische, Amphibien) parasitieren können (Lom 1958, Lom und Dyková 1992). Mit *Trichodina* sp. I waren die Fische *Epinephelus coioides* und *E. fuscoguttatus* befallen. *Trichodina* sp. II wurde auf den untersuchten *Scatophagus argus* nachgewiesen.

Microsporidia

Eine Microsporea Infektion (Ordnung Microsporidia) erfolgt über infestierte Stapelwirte oder sporenhaltiges Gewebe. Nach Canning und Lom (1986) infestieren sich freilebende Fische über den Nahrungsweg. In dieser Untersuchung wurde Microsporea gen. et sp. indet. bei *Epinephelus coioides*, *E. areolatus* und *Scatophagus argus* nachgewiesen.

Digenea

Für die Digenea ist ein Generationswechsel charakteristisch, welcher mit einem obligaten Wirtswechsel verbunden ist. Dies bedeutet, dass Digenea einen indirekten Lebenszyklus mit meistens zwei bis drei mehr oder weniger spezifischen Zwischenwirten aufweisen (Bartoli und Gibson 2007, Mehlhorn und Piekarski 1998). Als erste Zwischenwirte fungieren im Regelfall Mollusken (meist Gastropoda), als Endwirte werden Wirbeltiere befallen. Aus dem Ei geschlüpfte Miracidien (L_1) penetrieren aktiv die ersten Zwischenwirte. Dort findet die Entwicklung des Digenea zum zweiten Larvenstadium, der Cercarie (Sporocysten, Redien), statt. Nach Verlassen des ersten Zwischenwirtes suchen die Cercarien wiederum aktiv den zweiten Zwischenwirt auf (verschiedene planktische und benthische Invertebrata wie Chaetognatha, Polychaeta oder Crustacea, aber auch Teleostei) (Paperna 1995), um dort zur Metacercarie zu reifen. Diese werden dann von möglichen Endwirten gefressen, wo der Digenea zum Adultus heranreift. Manche Arten werden bereits im zweiten Zwischenwirt (in dem Fall Teleostei) zum Adultus (Sanguinicolidae).

Didymozoidae: Über den genauen Lebenszyklus der nachgewiesenen *Didymodiclinus* sp. ist nichts bekannt und die Rekonstruktion des Lebenszyklus der isolierten Didymozoidae gen. et sp. indet. ist aufgrund des Bestimmungsgrades schwierig. Generell sind aber verschiedene Lebenszyklen dieser Familie entschlüsselt. So weiß man, dass Gastropoda als erste Zwischenwirte fungieren. Larvale Formen konnten aus kleinen Fischen und planktischen Invertebrata (Cirripedia, Polychaeta) (zweite Zwischenwirte) isoliert werden. Als Endwirte dienen große piscivore Fische (Køie und Lester 1985, Nikolaeva 1965, Schell 1985). Nikolaeva (1985) wies aus Geweben 100 verschiedener, tropischer und subtropischer Fischarten Didymozoidae nach. Als Endwirte fungierten in dessen Untersuchungen verschiedene Barrakuda Arten. Durch die Untersuchung von Theisen (2009), welche in 2008 zeitgleich zu dieser Untersuchung in der Umgebung der Segara Anakan (Area 4) durchgeführt wurde, konnten verschiedene Didymozoidae indet. (I-V) in den Fischen *Ariomma indica*, *Johnius coitor*, *Nemipterus japonicus* und *Platycephalus arenarius* nachgewiesen werden.

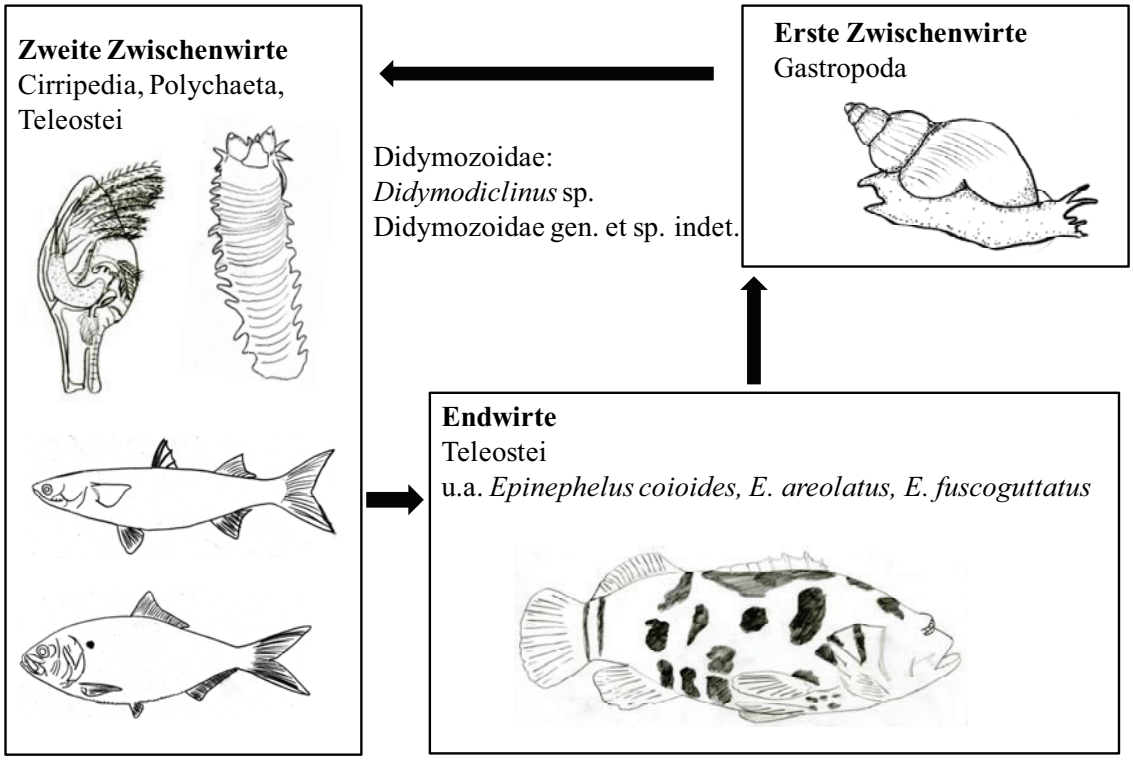


Abbildung 95: Möglicher Lebenszyklus von *Didymodiclinus* sp. und Didymozoidae gen. et sp. indet.

Es handelte sich bei den Nachweisen von *A. indica* und z.T. von *P. arenarius* um adulte Stadien der Digenea (somit stellen diese Fische mögliche Endwirte dar) und bei den Nachweisen in den anderen Fischen um larvale Stadien (Metacercarien). Also sind Fische in diesem Fall Zwischenwirte. In *P. arenarius* wurden verschiedene Didymozoidae indet. nachgewiesen, wobei Didymozoidae indet. IV larval waren und es sich bei den Didymozoidae indet. V um adulte Digenea dieser Familie handelte. Yuniar (2005) und Rückert et al. (2009a) wiesen adulte *Didymodiclinus* sp. in *Epinephelus coioides* und larvale Didymozoidae indet. in *Johnius coitor* nach. Die hier untersuchten

E. coioides, E. areolatus und *E. fuscoguttatus* dienen somit als Endwirte. Diese Endwirte infestierten sich über zweite Zwischenwirte, in dem Fall möglicherweise *Johnius coitor* und *Nemipterus japonicus,* die sowohl in der Marikultur als Futterorganismen auch freilebend in das Nahrungsschema der Epinepheliden passen und deren Rolle als zweite Zwischenwirte bereits bestätigt werden konnte (Rückert 2006, Rückert et al. 2009b) (Abb. 95).

Faustulidae (Baccigerinae): Der genaue Lebenszyklus der gefundenen Vertreter der Faustulidae, *Paradiscogaster farooqii*, kann anhand von bereits bekannten Lebenszyklen anderer, zur selben Familie gehörender Vertreter, rekonstruiert werden. Bray (1988) stellt den allgemeinen Lebenszyklus verschiedener Familien der Digenea, darunter auch die der Baccigerinae, welches ein Synonym der Faustulidae ist, vor. In diesem Zyklus dienen Bivalven als erste Zwischenwirte (auch in Hall et al. 1999), Crustacea als zweite Zwischenwirte (in der die Metacercarie heranreift) und Teleostei als Endwirte (Cribb et al. 1999). Bartoli und Gibson (2007) stellten den Lebenszyklus von *Bacciger bacciger* vor, in dem als erste Zwischenwirte Bivalvia der Arten *Paphia aurea* und *Tapes decussata*, als zweite Zwischenwirte Amphipoda der Familie Corophiidae und als Endwirte verschiedene Fische der Familie der Atherinidae dienen. Hall et al. (1999) nennt für *Paradiscogaster* spp. verschiedene *Cheatodon* Arten als Endwirte. Da *Paradiscogaster farooqii* im Untersuchungsgebiet der vorliegenden Arbeit einen neuen Gebietsnachweis darstellt, können dementsprechend keine Ergänzungsdaten aus der Segara Anakan herangezogen werden. Somit dienen die untersuchten *Scatophagus argus*, in denen Adulte des Digenea gefunden wurden, als Endwirte (Abb. 96).

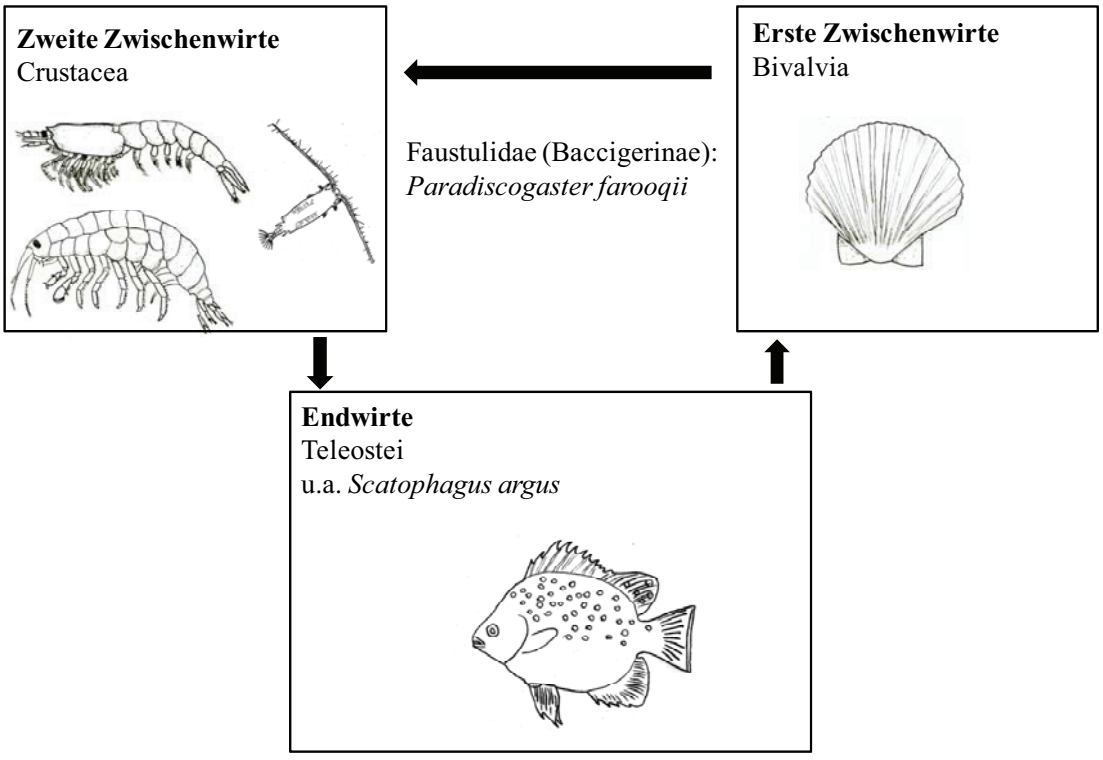


Abbildung 96: Möglicher Lebenszyklus von *Paradiscogaster farooqii.*

Opecoelidae: Speziell der Lebenszyklus von *Allopodocotyle epinepheli* ist im Detail noch ungeklärt. Es existieren Nachweise für adulte *Allopodocotyle pedicellata*, isoliert aus der Dorade *Sparus aurata* (Jousson et al. 1999). Auch wurden von Jousson et al. (1999) adulte *Cainocraedium labracis* in der Zahnbrasse *Dentex dentex* nachgewiesen. Somit parasitieren diese Digenea sowohl marine als auch Süßwasser Fische. Nach Jousson et al. (1999) existiert nur ein vollständig aufgeklärter opecoeloider Lebenszyklus aus dem Mittelmeerraum. Bei *Cainocraedium labracis,* ein Darmparasit der Fischart *Dicentrarchus labrax* (Endwirt), reifen die Cercarien in der Molluska Art *Gibbula adansoni* heran. Die Metacercarien befallen kleine benthische Fische, z.B. *Gobius niger* und *Pomatoschistus microps* (Bartoli und Gibson 2007). Jousson et al. (1999) wiesen für verschiedene Opecoeloidae Invertebraten wie Gastropoda (*Tricolia speciosa*), Echinodermata (*Paracentrotus lividus*) und Decapoda (*Hippolyte inermis*) (Jousson und Bartoli 2000) als zweite Zwischenwirte nach, während Schell (1985) und Marcogliese (2002) als zweite Zwischenwirte Amphipoda und Decapoda angeben. Bartoli und Gibson (2007) ergänzten diese Angaben um Cephalopoda (*Octopus vulgaris*) als zweite Zwischenwirte im Fall des Digenea *Podocotyle scorpaenae*. Theisen (2009) konnte aus der Segara Anakan (Area 4) adulte Opecoelidae indet. aus *Johnius coitor* isolieren und Rückert et al. (2009c) wies *Allopodocotyle epinepheli* in den freilebenden *Epinephelus fuscoguttatus* dreier Untersuchungsjahre nach. Demnach stellen die untersuchten *Epinephelus coioides* (für *C. epinepheli*), *E. areolatus* und *E. fuscogattaus* (für *A. epinepheli* und *Allopodocotyle* sp.) die Endwirte dar (Abb. 97).

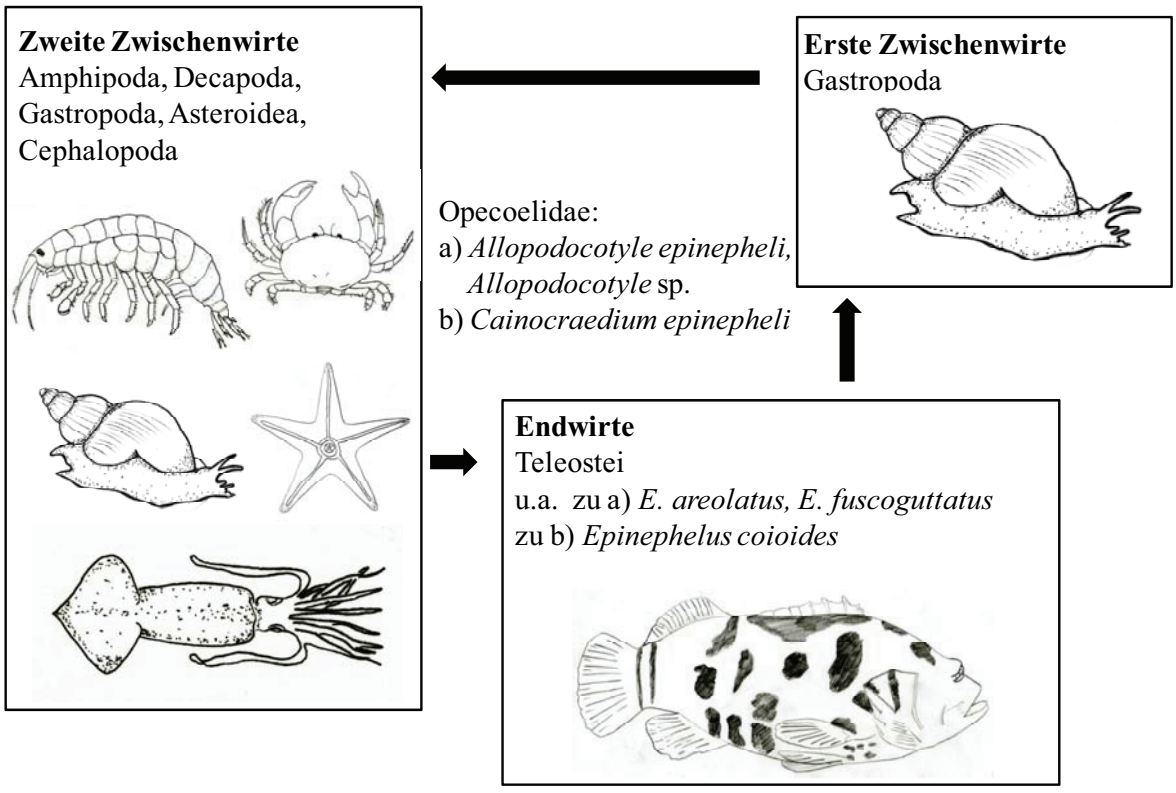


Abbildung 97: Möglicher Lebenszyklus von *Allopodocotyle epinepheli, Allopodocotyle* sp. und *Cainocraedium epinepheli.*

Bucephalidae: Im Generellen ist der Lebenszyklus verschiedener Vertreter der Bucephalidae aufgeklärt und wird u.a. zusammenfassend von Bartoli und Gibson (2007) wiedergegeben. So werden für verschiedene Arten der Gattung *Bucephalus* als erste Zwischenwirte ausnahmslos Vertreter der Bivalvia (*Cerastoderma glauca, Tapes decussata, Paphia aurea* und *Abra tenuis*), als zweite Zwischenwirte Teleostei der Familien Atherinidae, Gobiidae, Mugilidae, Sparidae, Cyprinodonthidae und als Endwirte Teleostei der Familien Moronidae und Anguillidae angegeben. Die Lebenszyklen der nachgewiesenen *Prosorhynchus luzonicus*, *Prosorhynchus* sp. I und II sind nicht im Detail bekannt. Der Lebenszyklus von *P. crucibulum* wurde von Matthews (1973) beschrieben. *Mytilus edulis* (Bivalvia) dient als erster Zwischenwirt. Als zweite Zwischenwirte fungieren verschiedene Fischarten, wie *Gobius minutus*, *Gadus morrhua*. Endwirt ist ebenfalls ein Fisch (*Conger conger*) (Rückert 2006). Theisen (2009) wies in seiner Arbeit Metacercarien (Larven) von Bucephalidae indet. in *Johnius coitor* nach. Auch wurden Metacercarien von Rückert (2006) in untersuchten Futterfischarten *Nemipterus japonicus* (Rückert et al. 2009b) und *Upeneus vittatus* nachgewiesen. Als Endwirte fungierten in der Arbeit von Rückert (2006) *Lates calcarifer, Epinephelus coioides* und *E. fuscoguttatus.* Auch Yuniar (2005) wies Bucephalidae indet. in *E. coioides* nach. Dies entspricht im Falle der Epinephelidae dem Ergebnis dieser Arbeit, wobei *E. areolatus* als weiterer Endwirt ergänzt werden kann. Auch wurde *Prosorhynchus* sp. II aus *Scatophagus argus* isoliert, welcher vermutlich einen zweiten Zwischenwirt darstellt (Abb. 98).

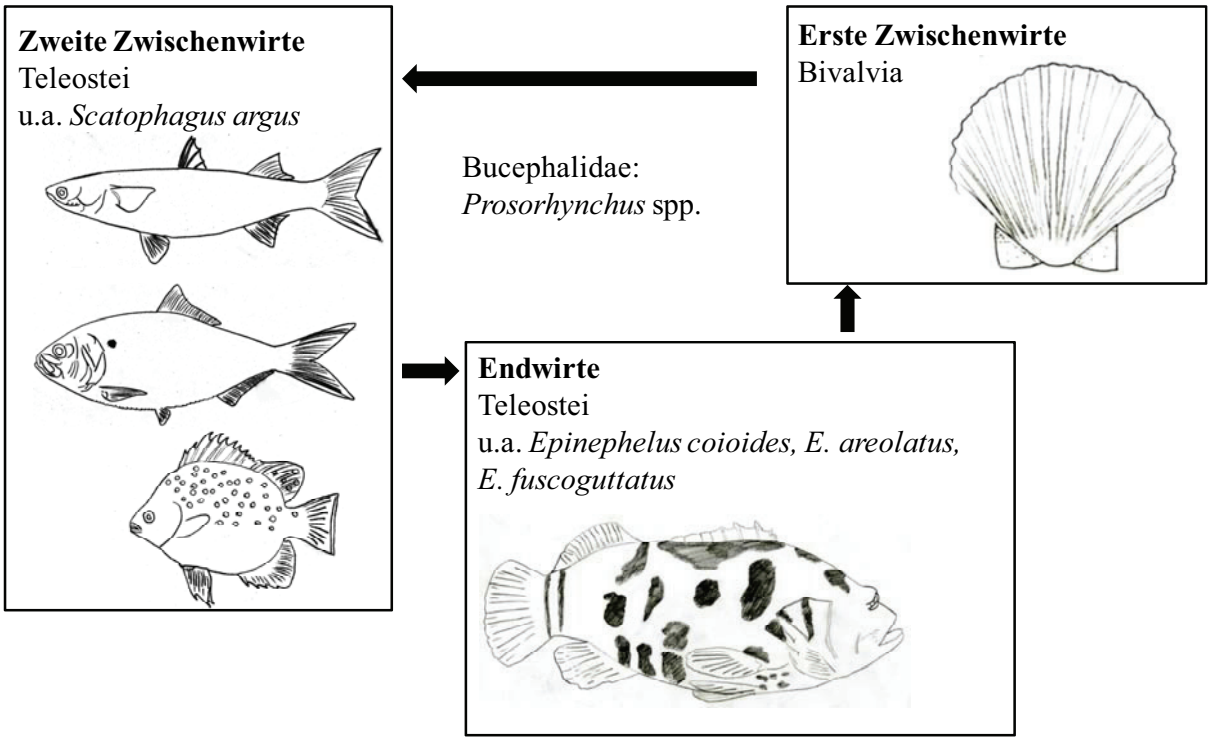


Abbildung 98: Möglicher Lebenszyklus von *Prosorhynchus* cf. *crucibulum, P. luzonicus, Prosorhynchus* sp. I und II und Bucephalidae gen. et sp. indet.

Hemiuridae: In dieser Untersuchung konnte *Lecithochirium magnaporum* als ein Vertreter der Hemiuridae nachgewiesen werden. Der Lebenszyklus von *L. magnaporum* ist im Detail nicht bekannt. Im Allgemeinen ist der Lebenszyklus verschiedener Hemiuridae anhand von anderen Vertretern weitestgehend aufgeklärt, so z.B. für *Lecithaster confusus.* Ähnlich wie *L. gibbosus* (Køie 1989) nutzt *L. confusus* als ersten Zwischenwirt den Molluska (Ophistobranchia) *Odostomia trifida* (bei *L. gibbosus* ist es *Odostomia eulimoides*), den zweiten Zwischenwirt stellen Copepoda dar (Hunningen und Cable 1943, Køie 1989). Dieser Hemiuridae konnte bereits in verschiedenen Fischen, so z.B. *Sprattus sprattus* (Kleinertz 2006), aber auch anderen Fischarten (Palm et al. 1999) nachgewiesen werden. Ein anderer Vertreter dieser Familie ist *Hemiurus luehei.* Es handelt sich um einen typischen Parasiten der Clupeidae und Salmonidae. Er kommt aber auch in anderen Teleostei vor (Gibson und Bray 1986, Tolonen und Karlsbakk 2003). Allein in den deutschen Küstengewässern, der Ost- und Nordsee, sind zehn verschiedene Endwirte dokumentiert, darunter auch *S. sprattus* (Kleinertz 2006, Køie 1990, Palm et al. 1999). Køie (1990) gibt als ersten Zwischenwirt für *H. luehei* im Kattegat benthisch lebende *Philine denticulata* (Ophistobranchia, Bivalvia) an. Als zweite Zwischenwirte werden von Køie (1990) calanoide Copepoda (planktisch lebend) angegeben. Diese stellen eine Nahrungsquelle von *Sagitta* sp. dar, welche selber als Transportwirte von *H. luehei* dienen. Als Endwirte fungieren planktivore Clupeiden, piscivore Salmoniden und Gadiden (Køie 1990). MacKenzie et al. (1995) gibt in seinem Lebenszyklus von *Lecithochirium furcolabiatum* die Molluska *Gibbula umbilicalis* als ersten Zwischenwirt an, in der die Sporocysten heranreifen. Die Cercarien penetrieren als zweiten Zwischenwirt Copepoda der Art *Tigriopsis brevicornis* und entwickeln sich zur Metacercarie.

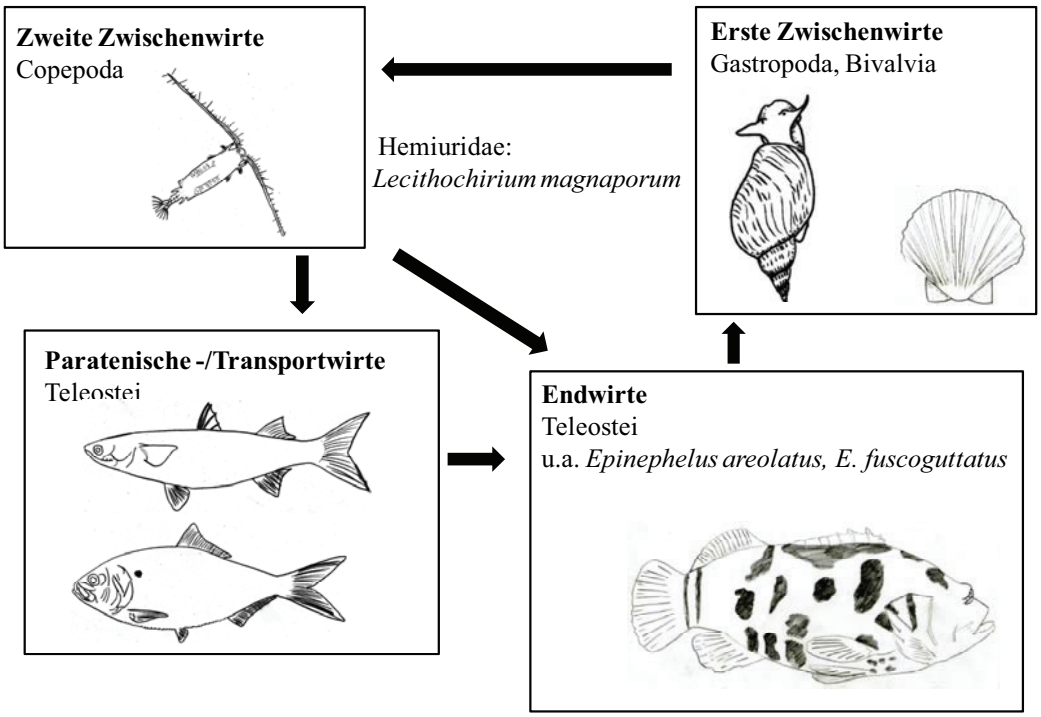


Abbildung 99: Möglicher Lebenszyklus von *Lecithochirium magnaporum.*

Die Endwirte, verschiedene Fische (*Ciliata mustela, Anguilla anguilla, Conger conger*), infestieren sich dann durch infizierte Copepoda und schließen den Kreislauf. Theisen (2009) konnte während seinen Untersuchungen in indonesischen Gewässern adulte *Lecithochirium* sp. aus *Trichiurus lepturus* isolieren, welche somit einen weiteren Endwirt darstellen. Des Weiteren wies Theisen (2009) verschiedene larvale Stadien von Hemiuridae indet. (I-VI) in *Johnius borneensis, J. coitor, Platycephalus arenarius* und *Megalaspis cordyla* nach. Rückert (2006) isolierte adulte *Lecitochirium magnaporum* und *L. neopacificum* aus *Epinephelus coioides* und *E. fuscoguttatus* (Rückert et al. 2009c). Die untersuchten *Epinephelus areolatus* und *E. fuscoguttatus* der vorliegenden Studie stellen somit Endwirte für die adulten *Lecithochirium magnaporum* dar (Abb. 99).

Monogenea

Monogenea weisen einen direkten Lebenszyklus ohne obligate Zwischenwirte auf und sind so von Endwirt zu Endwirt übertragbar (Mehlhorn und Piekarski 1998).

Capsalidae, Dactylogyridae und Diplectanidae: Die Capsalidae Art *Benedenia epinepheli* konnte ausschließlich aus den untersuchten *Epinephelus fuscoguttatus* isoliert werden. Rückert et al. (2009b, c) wies diese Art und *Neobenedenia melleni* bei den untersuchten *Epinephelus coioides* und *E. fuscoguttatus* nach. Die Dactylogyridae Art *Metahaliotrema scatophagi* wurde nur auf den untersuchten *Scatophagus argus* nachgewiesen. Ebenfalls aus indonesischen Gewässern nachgewiesen wurden diese Monogenea von Palm und Rückert (2009) von *Mugil cephalus* und *Scatophagus argus*, im Fall von *S. argus* auch von Rückert et al. (2009a). Vertreter der Familie der Diplectanidae, *Pseudorhabdosynochus lantauensis* und *Pseudorhabdosynochus* sp. wurden auf den untersuchten *E. coioides, E. fuscoguttatus* und *E. areolatus* gefunden. Rückert et al. (2009a, 2009b, 2009c) konnte in verschiedenen Untersuchungen *P. lantauensis* in *E. coioides* und *E. fuscoguttatus* lokalisieren. Theisen (2009) wies einen Vertreter der Dactylogyridae, *Dactylogyrus* sp., bei *Johnius coitor* und einen der Diplectanidae, *Calydiscoides* sp., bei *Nemipterus japonicus* der Segara Anakan nach.

Cestoda

Die Cestoda sind Endoparasiten, deren Entwicklung als Metamorphose selten mit Generationswechsel verläuft, aber fast immer mit obligatem Wirtswechsel verbunden ist (Mehlhorn und Piekarski 1998).

Bothriocephalidae: Adulte Bothriocephalidea parasitieren Teleostei und Mammalia. *Bothriocephalus* sp. kommt in Süßwasser und Meeresfischen vor (Khalil et al. 1994). Exemplarisch wird hier der aufgeklärte Lebenszyklus von *Bothriocephalus claviceps* dargestellt (Scholz 1997). Procercoide besagter Vertreter der Bothriocephalidae entwickeln sich in Copepoda (*Macrocyclops*

albidus, M. fuscus, Megacyclops viridis, Cyclops strenuus, C. vicinus und *Acanthocyclops vernalis* (Copepoda: Cyclopidae)). Als Endwirte dienen Aale (Anguilliformes). Verschiedene Fische, so z.B. *Perca fluviatilis* und *Poecilia reticulata*, wurden als paratenische Wirte nachgewiesen (Scholz 1997). Palm und Rückert (2009) wiesen aus indonesischen Gewässern *Bothriocephalus* sp. bei *Epinephelus coioides* und Theisen (2009) bei *Trichiurus lepturus* nach. *E. coioides* und *Scatophagus argus* stellen in der vorliegenden Untersuchung Endwirte des Cestoda dar. Es ist möglich, dass *S. argus* hier als paratenischer Wirt dient und nicht als Endwirt (Abb. 100).

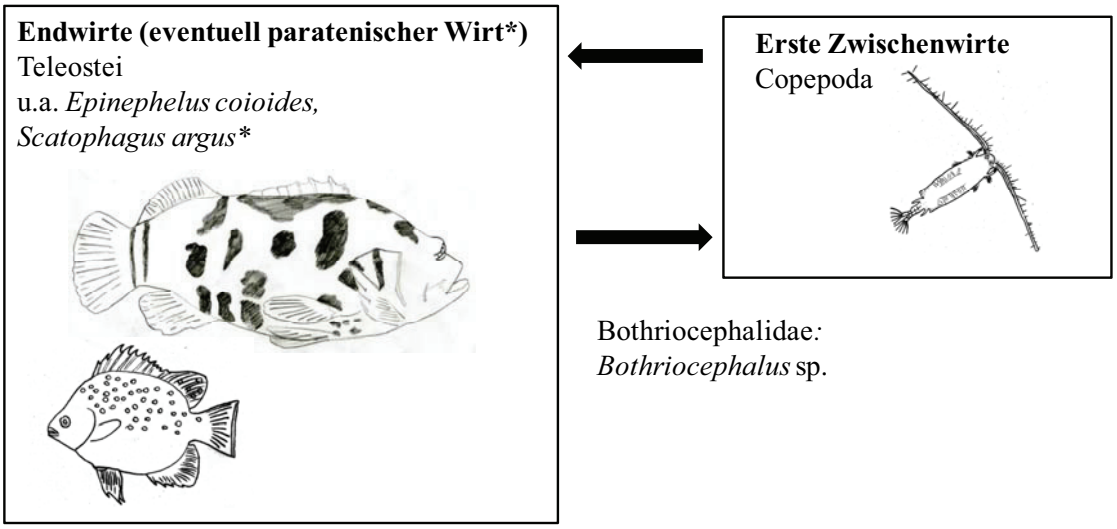


Abbildung 100: Möglicher Lebenszyklus von *Bothriocephalus* sp.

Tetraphyllidea: Eine detaillierte Darstellung der Übertragungswege der nachgewiesenen larvalen Cestoda *Scolex pleuronectis* ist aufgrund der Bestimmungsdefizite dieser Larvalformen nicht möglich. Nach Marcogliese (1995) dienen Copepoda und Chaetognatha vermutlich als erste Zwischenwirte. Adulte Tetraphyllidea parasitieren im Spiraldarm verschiedener Elasmobranchii und Holocephala (Rohde 1984). Rückert et al. (2009b) wies *S. pleuronectis* in *Epinephelus coioides* nach. Theisen (2009) konnte in den untersuchten *Trichiurus lepturus Scolex pleuronectis* nachweisen. In dieser Untersuchung wurden diese larvalen Cestoda aus dem Gastrointestinaltrakt von *E. coioides* und *E. fuscoguttatus* isoliert, wobei sich vermuten lässt, dass diese Teleostei als weitere Zwischenwirte im Lebenszyklus von *Scolex pleuronectis* fungieren.

Lacistorhynchidae: Für die nachgewiesenen Vertreter der Lacistorhynchidae, *Callitetrarhynchus gracilis*, wird von Palm (2004) ein Vier-Wirte-Zyklus angegeben. Als erste Zwischenwirte fungieren Copepoda, als zweite und dritte Zwischenwirte Teleostei und als Endwirte Elasmobranchii (in diesem Fall überwiegend Carcharhiniformes) (Palm 2004). Rückert et al. (2009b) isolierte larvale Stadien dieses Trypanorhyncha aus dem Futterfisch *Gazza minuta*, welcher vermutlich als zweiter Zwischenwirt dient. Theisen (2009) isolierte encystierte *Callitetrarhynchus* sp. aus *Nemipterus japonicus,* welcher in diesem Falle ebenfalls einen möglichen zweiten Zwischenwirt

darstellt. In der vorliegenden Untersuchung wurden die larvalen *C. gracilis* (Plerocercoide) aus *Epinephelus coioides* und *E. areolatus* isoliert. Somit stellen diese Fischarten wohl dritte Zwischenwirte in dessen Lebenszyklus dar (Abb. 101a).

Pseudotobothriidae: Palm (2004) nimmt für *Parotobothrium balli* einen Drei-Wirte-Zyklus an. Als erste Zwischenwirte dienen Copepoda, während Teleostei obligate zweite Zwischenwirte darstellen (Palm 2004). Rückert et al. (2009c) wies in den untersuchten *Epinephelus fuscoguttatus* bereits larvale *P. balli* (Plerocercoide) nach und bezeichnet aufgrund des Entwicklungsstadiums der gefundenen Trypanorhyncha *E. fuscoguttatus* als echten zweiten Zwischenwirt (Rückert 2006). Dies kann durch die Nachweise der aktuellen Studie um *E. coioides* und *E. areolatus* ergänzt werden (Abb. 101b).

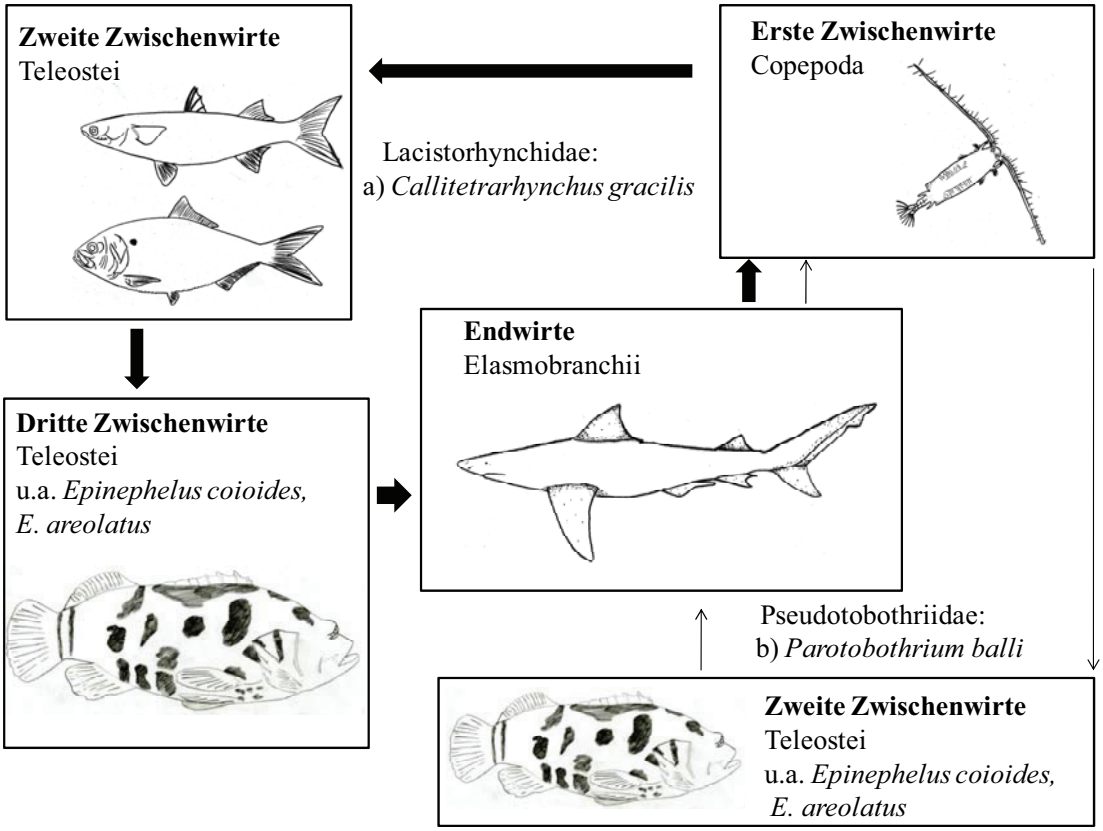


Abbildung 101: Möglicher Lebenszyklus von a) *Callitetrarhynchus gracilis* (dicker Pfeil) und b) *Parotobothrium balli* (dünner Pfeil).

Nematoda

Die meisten Nematoda entwickeln sich unter Wirtswechsel, aber vorwiegend direkt und ohne Generationswechsel. Sie wachsen über vier jeweils durch Häutung endende Larvalphasen (L_1-L_4) zum adulten, geschlechtsreifen Wurm heran (Mehlhorn und Piekarski 1998).

Anisakidae: Nematoda der Ascaridoidea (Familie Anisakidae und Raphidascarididae) parasitieren Teleostei, Cephalopoda, marine Mammalia und piscivore Aves (Vögel). Aber auch Menschen können „versehentlich" als Fehlwirte befallen werden, was sogenannte Zoonosen verursacht (Abollo et al. 2001a, b, Anderson 2002, Doupé et al. 2003). Der generelle Lebenszyklus mariner anisakider Nematoda involviert freilebende und parasitische Stadien, die sich durch eine relative Wirtsunspezifität der meisten parasitischen Stadien charakterisieren (Hurst 1984). Nach Klimpel und Palm (2010) entwickelt sich, in den embryonierten Eiern, die L_1 zur L_2. Dieses Stadium häutet sich erneut zur L_3, das aus der Eihülle schlüpft. Dieses freischwebende Larvenstadium ist noch von der Larvenhülle umgeben und parasitiert als erste Zwischenwirte verschiedene Invertebrata (z.B. Copepoda). Anschließend werden diese ersten Zwischenwirte von kleinen oder auch von größeren Teleostei und Cephalopoda gefressen (hier Zwischenwirte, aber auch paratenische Wirte). In diesem findet ein Grössenwachstum statt, bis die L_3 infektiös für den Endwirt wird.

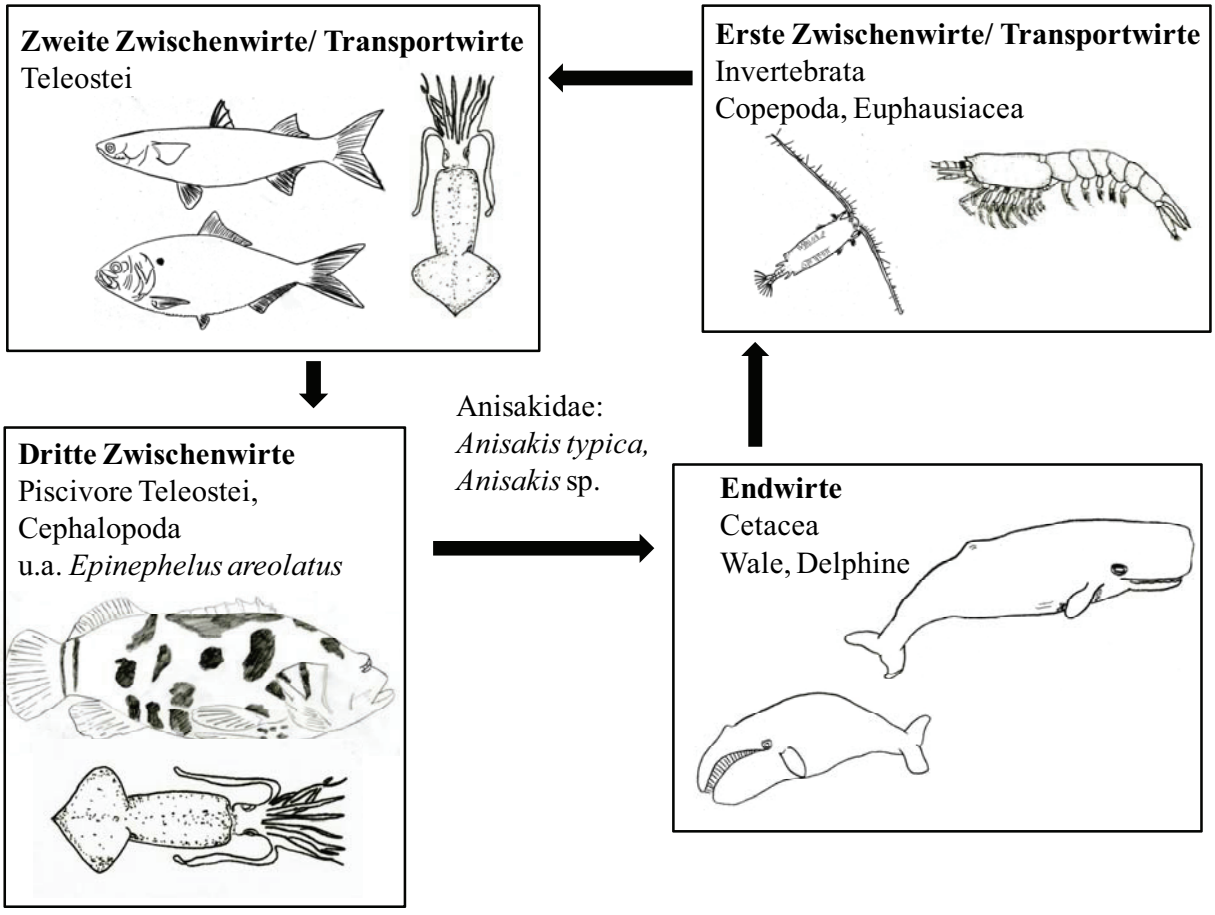


Abbildung 102: Möglicher Lebenszyklus von *Anisakis typica* und *Anisakis* sp.

Diese werden dann von den Endwirten (marine Säugetiere: Wale (Cetacea), Robben (Pinnipedia); Fische (Teleostei)) gefressen und entwickeln sich dort vom Larvenstadium zum Adultus (Hurst 1984).

***Anisakis typica* und *Anisakis* sp.:** Verschiedene Autoren befassten sich bereits mit der Klärung des Lebenszyklus von *Anisakis* spp. (u.a. Abollo et al. 2001a, b, Hurst 1984, Klimpel et al. 2004, Smith 1983, Smith und Wooton 1975, Strømnes und Andersen 2003, Ugland et al. 2004). Im Lebenszyklus von *Anisakis* spp. werden als erste Zwischenwirte verschiedene Crustacea (Copepoda, Euphausiacea), als zweite Zwischenwirte und/oder paratenische Wirte verschiedene Teleostei und Cephalopoda und als Endwirte, u.a. Cetacea wie *Phocoena phocoena* genannt (Klimpel et al. 2004). In der vorliegenden Arbeit wurde *Anisakis typica* (als drittes Larvenstadium mit Bohrzahn) ausschließlich aus den untersuchten *Epinephelus areolatus* nachgewiesen, was am anderen Lebensraum (tieferes Vorkommen im Gegensatz zu den anderen untersuchten *Epinephelus* Arten) liegen könnte. Palm et al. (2008) wiesen aus balinesischen Gewässern ebenfalls *Anisakis* spp. Larven in *Auxis rochei rochei, Ceasio cunning, Decapterus ruselli* und *E. areolatus* nach (Abb. 102).

***Raphidascaris* sp.:** Anderson (2002) gibt als Lebenszyklus für Nematoda der Gattung *Raphidascaris* Invertebrata als erste Zwischenwirte, Teleostei als zweite und piscivore Teleostei als Endwirte an.

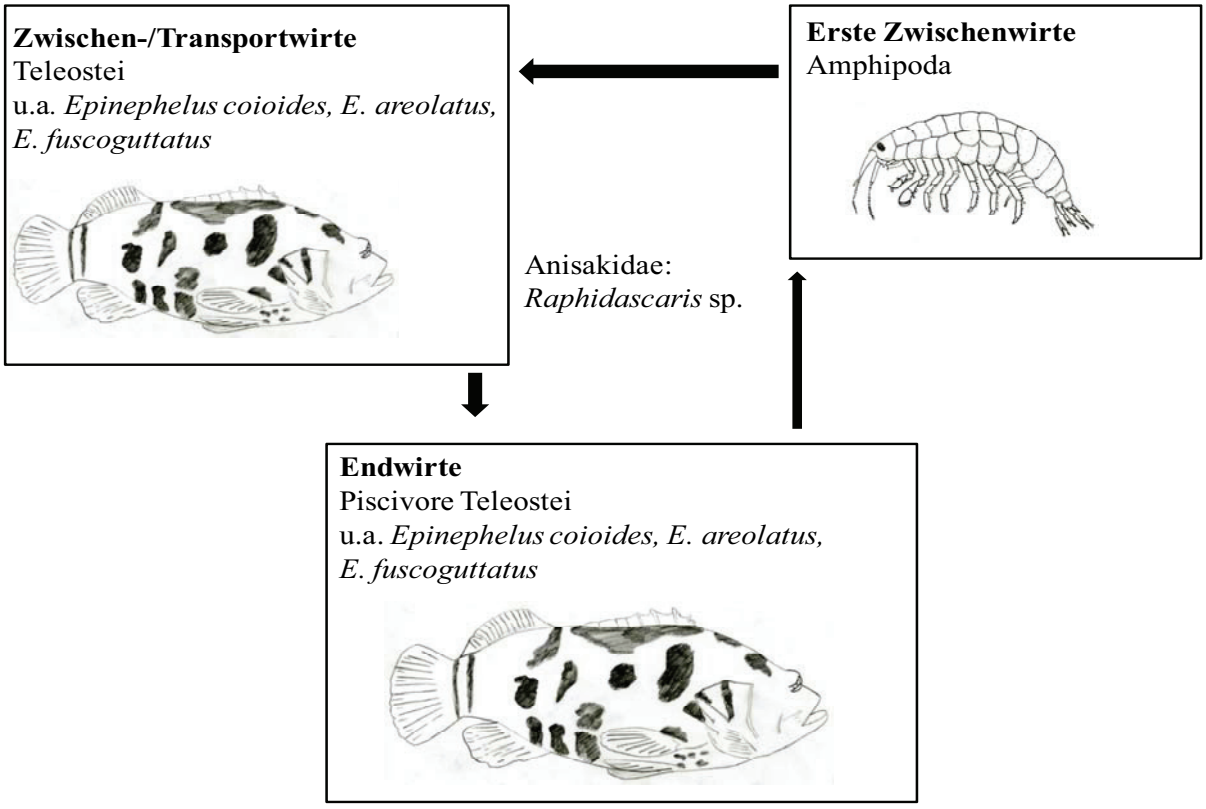


Abbildung 103: Möglicher Lebenszyklus von *Raphidascaris* sp.

Rückert et al. (2008, 2009b, 2009c) wies Nematoda dieser Gattung in *Lates calcarifer, Epinephelus coioides, E. fuscoguttatus* ebenso wie in den untersuchten Futterfischarten *Nemipterus furcosus, Gazza minuta* (Rückert et al. 2009b), *Scolopsis taeniopterus, Upeneus sulphureus*, *U. moluccensis* und *U. vittatus* (Rückert 2006) nach und gab an, dass diese Fischarten sowohl als Zwischen- als auch als mögliche Endwirte fungieren. Es konnten während dieser Untersuchung in *Epinephelus coioides, E. areolatus* und *E. fuscoguttatus* larvale und adulte Nematoda der Gattung *Raphidascaris* nachgewiesen werden. Diese Fischarten können, wie zuvor erwähnt, die Rolle der Zwischenwirte und der Endwirte übernehmen (Abb. 103).

Cucullanidae: Nach Moravec (1994) involviert *Cucullanus dogieli* als erste Zwischenwirte verschiedene Invertebrata oder junge Teleostei. Nachgewiesen wurde dieser Parasit in diversen cypriniden Teleostei, wie *Leuciscus leuciscus, L. cephalus, L. idus* und *Rutilus rutilus*. Rückert et al. (2009a) wies *Cucullanus* sp. bereits in *Scatophagus argus* aus der Segara Anakan nach. In dieser Arbeit stellen *S. argus* die Endwirte für diesen Nematoda dar (Abb. 104).

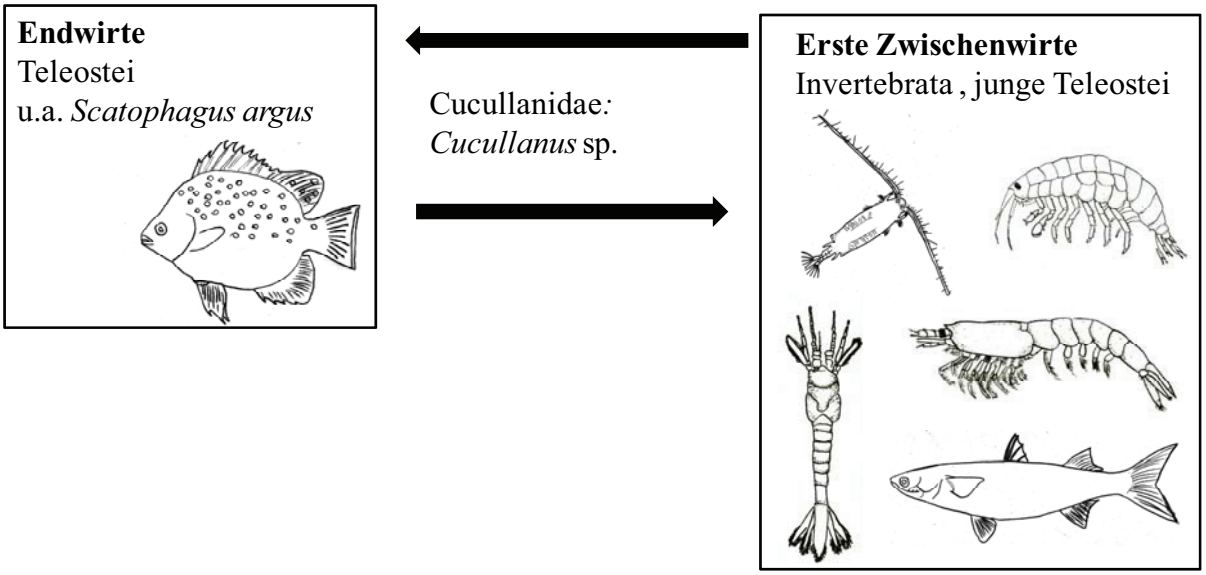


Abbildung 104: Möglicher Lebenszyklus von *Cucullanus* sp.

Camallanidae: Camallanidae sind Parasiten, die in den Eingeweiden (Magen-Darm-Trakt) verschiedener Fische vorkommen (Moravec et al. 2000, 2003b). Nach Anderson (2002) implizieren sämtliche bisherige Studien, dass als erste Zwischenwirte für Camallanidae Copepoda genutzt werden. Anderson (2002) gibt für den Lebenszyklus von *Camallanus oxycephalus* Copepoda (*Cyclops bicuspidatus*, *C. vernalis*) als erste Zwischenwirte kleinere Teleostei (*Notropis spilopterus*, *N. atherinoides*, *Osmerus mordax*, *Aplodinotus grunniens*), als paratenische Wirte und als Endwirte piscivore und planktivore Teleostei wie *Morone chrysops*, *Perca flavescens* und *Micropterus dolomieui* an. Während dieser Untersuchung wurde *Camallanus carangis* als Adultus aus *Epinephelus coioides* und *E. fuscoguttatus* nachgewiesen. Diese Fische erfüllten somit die Funktion des Endwirtes

für *C. carangis*, wie auch schon in den Untersuchungen von Rückert (2006) und Rückert et al. (2009c) bestätigt wurde (damals noch *C. paracarangis*) (Abb. 105a).

Philometridae: Anderson (2002) gibt für die Familie der Philometridae einen zweiwirtigen Lebenszyklus an. Copepoda dienen hier als Zwischenwirte, in denen das erste Larvenstadium sich bis zum infektiösen dritten Larvenstadium entwickelt. Diese werden von piscivoren Teleostei als Endwirte aufgenommen. Auch sind Teleostei als paratenische Wirte nachgewiesen (Moravec 2004). Rückert (2006) und Rückert et al. (2009a, 2009c) wiesen in den untersuchten *Epinephelus coioides* und *E. fuscoguttatus Philometra ocularis*, *Philometra* sp. und *Philometroides* sp. nach. Auch von Moravec und Justine (2005) und Moravec et al. (2003a) wurden verschiedene *Philometra* spp. in serraniden Fischen, darunter auch *E. coioides*, und Clupeiden, nachgewiesen. In der vorliegenden Arbeit stellen die untersuchten *E. coioides* und *E. areolatus* die Endwirte im Lebenszyklus der als adulte isolierten Nematoda (*Philometra* sp.) dar. Im Fall von *Spirophilometra* sp. wurde nur *E. coioides* befallen und vermutlich als Endwirt genutzt, da *E. coioides* zu den piscivoren Fischen zählen (Abb. 105b).

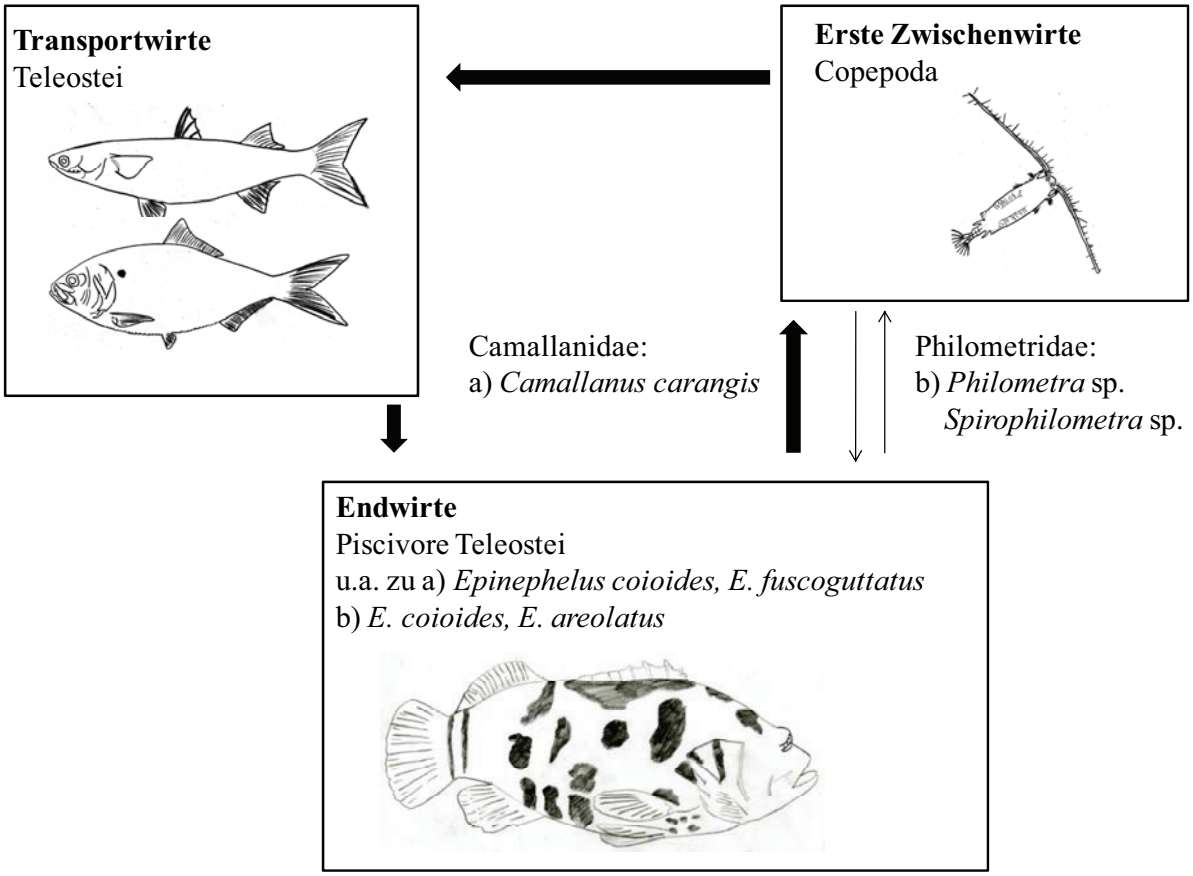


Abbildung 105: Möglicher Lebenszyklus von a) *Camallanus carangis* (dicker Pfeil) und b) *Philometra* sp. und *Spirophilometra* sp. (dünner Pfeil).

Acanthocephala

Bei den Acanthocephala handelt es sich um Darmparasiten, die einen obligatorischen Wirtswechsel (meist zweiwirtig) in ihrem Lebenszyklus vollziehen. Als Zwischenwirte werden verschiedene wasserlebende und terrestrische Arthropoda (Insekta, Crustacea), im marinen Millieu Crustacea (Amphipoda, Ostracoda und Euphausiacea), befallen (Marcogliese 1995). Als Endwirte dienen Teleostei, Amphibia, Aves und Mammalia. Es werden drei Entwicklungsstadien unterschieden (Acanthor, Acanthella und Cystacanthus), wobei das Acanthor-Stadium (Hakenlarve) das früheste Larvenstadium darstellt, die Entwicklung im Acanthella-Stadium stattfindet und der Cystacanthus (auch „Subadultus“ genannt) das infektiöse Stadium bildet (Mehlhorn und Piekarski 1998). Der Endwirt infestiert sich nach Aufnahme infizierter Zwischenwirte mit Cystacanth-Stadien, welche sich dann zu adulten Acanthocephala entwickeln. Bei Aufnahme des Cystacanth-Stadiums von einem Fehlwirt (in dem der adulte Acanthocephala sich nicht entwickeln kann) enzystiert sich das Larvenstadium in verschiedenen Geweben (z.B. den Mesenterien) erneut. Solche Wirte können dann als paratenische oder Transportwirte fungieren (Yamaguti 1963b).

Cavisomidae: Es wurden bereits Vertreter der Gattung *Filisoma* in indonesischen Gewässern, der Segara Anakan, von Rückert et al. (2009a) in *Scatophagus argus* nachgewiesen. Theisen (2009) konnte ebenfalls aus der Küstenregion der Segara Anakan *Filisoma rizalinum* aus *Platycephalus arenarius* isolieren. Die nachgewiesenen *Filisoma rizalinum* dieser Studie wurden im Darmlumen, in der Darmwand und dem Pylorus von *S. argus* gefunden. Eine Infestation ist auch über die Aufnahme mit verunreinigtem Fäzes befallener Fische denkbar, da *S. argus* dafür bekannt ist, Fäzes anderer Tiere zu fressen (Kapitel 2.2.1).

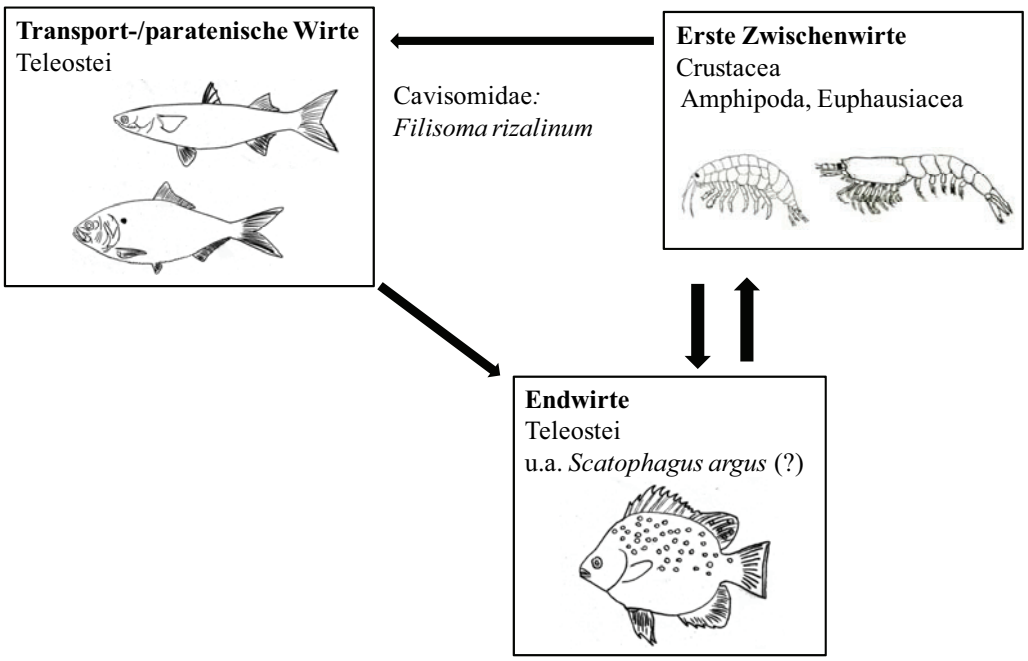


Abbildung 106: Möglicher Lebenszyklus von *Filisoma rizalinum.*

Anhand des Sitzes im Wirt und des Entwicklungsstadiums der gefundenen Exemplare zu urteilen, könnte es sich hier um einen echten Endwirt für *F. rizalinum* handeln (Abb. 106).

Rhadinorhynchidae: Ein detailierter Lebenszyklus der isolierten *Serrasentis sagittifer* ist bisher unbeschrieben. Die Fischart *Pagellus erythrinus* wurde als paratenischer Zwischenwirt für *S. sagittifer* nachgewiesen (Crompton und Nickol 1985). Von Rückert et al. (2008, 2009b, 2009c) wurden die Fischarten *Lates calcarifer*, *Epinephelus coioides* und *E. fuscoguttatus* als paratenische oder Transportwirte für *S. sagittifer* hinzugefügt. Theisen (2009) wies *S. sagittifer* in *Johnius coitor*, *Nemipterus japonicus* und *Platycephalus arenarius* außerhalb des Darms in den Mesenterien nach. Der Sitz dieser Stadien lässt auf erneut enzystierte Cystacanth-Stadien schließen, was die Fischarten als paratenische und Transportwirte kennzeichnen würde. Die in der vorliegenden Arbeit isolierten *S. sagittifer* wurden aus Darmwand, Leber, Leibeshöhle und den Mesenterien von *E. areolatus* nachgewiesen, welcher somit einen weiteren paratenischen bzw. Transportwirt darstellt.

Polymorphidae: Ein genauer Lebenszyklus der aus Darm, Darmwand, Gonaden, Leibeshöhle, Mesenterien und Pylorus von *Epinephelus coioides* und *E. areolatus* nachgewiesenen *Southwellina hispida* ist bisher unbeschrieben. Aufgrund des Sitzes im Wirt und des Entwicklungsstadiums der Exemplare könnte es sich bei den beiden Epinephelidae um paratenische und Transportwirte, aber auch um mögliche Endwirte handeln. Da es sich um neue Wirts- und Gebietsnachweise für *S. hispida* handelt, sind Vergleichsdaten nicht vorhanden.

Hirudinea

Die meisten Arten der überwiegend zwittrigen Annelida sind freilebend und besiedeln den Erdboden u.a. in Binnengewässern und im Meer. Nur wenige Arten, besonders die Ordnung der Hirudinea, sind zum Parasitismus übergegangen. Sie ernähren sich räuberisch, einige saugen Blut. Bedeutsame Fischparasitenarten stellen die *Piscicola* Arten dar, welche in dicht besetzten Fischteichen zu großen Verlusten führen können, da sie von Wirt zu Wirt direkt übertragbar sind und eine enorme Reproduktionsrate aufweisen (Mehlhorn und Piekarski 1998).

Piscicolidae: Celik und Aydin (2006) schreiben zu einem anderen Vertreter der Piscicolidae, *Trachelobdella lubrica*, dass diese Hirudinea in den Kiemenhöhlen vieler verschiedener Teleostei, darunter auch Serranidae, parasitieren. Gegen Lebensende verlassen die Hirudinea ihren Wirt zur Eiablage und sterben anschließend (Mizzan 1994, Williams et al. 1994). Palm und Rückert (2009) wiesen *Zeylanicobdella arugamensis* an untersuchten *Mugil cephalus, Scatophagus argus* und *Epinephelus coioides* aus der Segara Anakan Lagune nach. Die in dieser Studie von Flossen, Kiemen, Mundhöhle und Oberfläche abgesammelten, adulten *Z. arugamensis* wurden bei *Epinephelus coioides* und *E. fuscoguttatus* nachgewiesen.

Crustacea

Ihrer Lebensweise im wässrigen Millieu entsprechend parasitieren Crustacea vorwiegend Fische oder andere nicht parasitische Crustacea, wodurch insbesondere Fischzuchten erheblich geschädigt werden können (Mehlhorn und Piekarskie 1998).

Ergasilidae: Nach Schmidt und Roberts (1989) sind Vertreter der Ergasilidae Copepoda, welche am häufigsten Fisch parasitieren. Die verschiedenen *Ergasilus* Arten sind Parasiten von Süß- und Salzwasser Fischen. Die parasitisch lebenden Weibchen durchlaufen eine Metamorphose, in der sie als Adulte ihre Gestalt ändern und größer werden. Sie verankern sich mit ihren zu Halteklammern umgebildeten Antennen zeitlebens an den Kiemen ihrer Wirte und ernähren sich durch deren Epithelien (Mehlhorn und Piekarski 1998), weisen demnach einen direkten Lebenszyklus auf. Ihre Wirte gehören oftmals zu den Gasterosteidae (Stichlinge), Mullidae (Barben) und den Aplocheilidae (Zahnkärpflinge) (Schmidt und Roberts 1989). Die Männchen sind freilebend (Pinto da Motta Amado und Falavigna da Rocha 2001). Während der vorliegenden Untersuchung wurden *Ergasilus* sp. an *Scatophagus argus* nachgewiesen, wie auch schon zuvor in der Segara Anakan von Rückert et al. (2009a), Palm und Rückert (2009) und Yuniar et al. (2007) in *Mugil cephalus* und *S. argus* mit bis zu vier verschiedenen Vertretern.

Caligidae: Sowohl Weibchen als auch Männchen, welche sich kaum in ihrer Größe unterscheiden, leben parasitisch (Mehlhorn und Piekarski 1998). Typisch für die Familie der Caligidae ist, dass sich die Adulten relativ frei auf dem Wirt bewegen können, außerdem können sie schwimmen und aktiv den Wirt wechseln (Schmidt und Roberts 1989, Vo et al. 2008). Nach Mehlhorn und Piekarski (1998) schlüpft die Nauplius-Larve aus dem abgelegten Ei und häutet sich einmal. Das zweite Nauplius-Stadium häutet sich zum ersten Copepodit, der einen Wirt finden muss oder abstirbt. Nach der Festsetzung wächst es zum Chalimus-Stadium heran, worauf drei weitere Chalimus- und zwei Präadultstadien folgen. Erst die Präadulten und die Adulten sind zur freien Bewegung auf der Wirtsoberfläche befähigt. Innerhalb der Caligidae beinhaltet die Gattung *Caligus* die höchste Artenanzahl an fischparasitierenden Vertretern, wonach diese Gattung durch ihre Fähigkeit in Brackwasser zu leben, besonders für Zackenbarschmarikulturen (*Epinephelus coioides, E. bleekeri)* ein Problem darstellen (Vo et al. 2008).

***Caligus acanthopagri*:** Die in dieser Studie auf *Scatophagus argus* nachgewiesenen *Caligus acanthophagri* wurden bereits von Rückert et al. (2009a), Palm und Rückert (2009) und Yuniar et al. (2007) in der Segara Anakan auf dem gleichen Wirt nachgewiesen.

***Caligus* cf. *epinepheli*:** Theisen (2009) wies *Caligus epinepheli* auf *Nemipterus japonicus* nach. Palm und Rückert (2009) und Yuniar et al. (2007) wiesen *C.* cf. *epinepheli* an den untersuchten *Epinephelus coioides* der Segara Anakan nach. Diese Funde wurden durch diese Arbeit bestätigt.

Hatschekiidae: Die zu den Copepoda gehörende Gattung *Hatschekia* umfasst bisher 90 verschiedene Arten (Uyeno und Nagasawa 2009a, 2009b). Arten dieser Gattung sind bekannte Kiemenparasiten mariner Teleostei der Klasse Actinopterygii (Strahlenflosser) (Uyeno und Nagasawa 2009a, 2009b). Die Weibchen sind größer als die Männchen, haben einen transformierten Körperstamm und reduzierte Beinsegmente. Verschiedene Vertreter wie *Hatschekia mulli* konnten z.B. bei *M. surmuletus* nachgewiesen werden (Kabata 1979, Kleinertz 2006, Klimpel et al. 2008b). *Hatschekia lima* n. sp., *H. cylindrus* sp. und *H. synaoi* n. sp. wurden von Uyeno und Nagasawa (2009b) in *Abalistes filamentosus* aus Japan nachgewiesen. In dieser Untersuchung konnten die gefundenen *Hatschekia* sp. von *Epinephelus coioides* und *E. areolatus* von den Kiemen isoliert werden.

Lernanthropidae: Die genauen Lebenszyklen der in dieser Studie auf *Epinephelus coioides* nachgewiesenen *Sagum epinepheli* sind noch unbeschrieben. Die Beschreiber Pillai und Sebastian (1967) geben als Wirt die Gattung *Epinephelus* an, u.a. *Epinephelus akaara* aus Japan. Cabral et al. (1984) beschrieben den direkten Lebenszyklus von *Lernanthropus kroyeri.* Dieser beinhaltet zwei Nauplius-, ein infektiöses Copopodit- und vier festsitzende Copopodit-Stadien und ein Präadult-Stadium ohne ein eingeschaltetes Chalimus-Stadium. Rückert (2006) und Rückert et al. (2009c) wiesen *Sagum epinepheli* bereits auf *E. coioides* und *E. fuscoguttatus* aus Indonesien nach.

Pennelidae: Crustacea der Familie Pennelidae sind nach Schmidt und Roberts (1989) verbreitete Parasiten mariner Teleostei und Mammalia. Einzigartig innerhalb der Copepoda ist, dass sie einen indirekten Lebenszyklus mit involvierten Zwischenwirten aufweisen (Kabata 1979, Schmidt und Roberts 1989). Meistens wird als Zwischenwirt eine andere Fischart genutzt, es können aber auch andere Invertebrata befallen werden. Die aus den Eiern geschlüpften Nauplius-Larven wandeln sich während ihrer freischwimmenden Phase zu Copepodit-Stadien um, welche dann einen Zwischenwirt benötigen, um nicht abzusterben. Auf diesem Zwischenwirt findet die Entwicklung der Männchen zum Adultus und der Weibchen zum Präadultus statt, woraufhin die Kopulation vollzogen wird. Nach deren Vollzug sterben die Männchen ab und die Weibchen suchen den Endwirt (Teleostei) auf, um sich zum Adultus zu entwickeln. Da es sich bei den nachgewiesenen Pennelidae gen. et sp. indet. I und II um Larven handelte, wird es sich bei den befallenen *Epinephelus coioides, E. areolatus* und *Scatophagus argus* um Zwischenwirte gehandelt haben. Dies wird auch durch die Untersuchungen von Palm und Rückert (2009), Rückert et al. (2009b, 2009c) und Yuniar et al. (2007) bestätigt.

Isopoda: Mehlhorn und Piekarski (1998) geben an, dass die Isopoda (Fischasseln) als höhere Crustacea (Malacostraca) eine Zoëa-Larve bei allen drei parasitischen Unterordnungen ausbilden. Sie parasitieren marine Fische bzw. Crustacea, wobei die Gnathiidae als Larven, Flabellifera als Adulte und die Epicarida als Larven und Adulte parasitieren. Die nachgewiesenen Isopoda können den ersten beiden Unterordnungen zugeteilt werden (Gnathiidea, Flabellifera, Epicarida).

Corallanidae: Zum genauen Lebenszyklus der aus *Epinephelus coioides* und *E. areolatus* isolierten *Alcirona* sp. (Unterordnung: Flabellifera) ist nichts bekannt. Rückert (2006) und Rückert et al. (2009c) wiesen diese Crustacea in *E. coioides* und *E. fuscoguttatus* aus indonesichen Gewässern bereits nach. Bunkley-Williams und Williams (1998) nehmen an, dass es sich bei diesen Isopoda um freilebende Crustacea mit temporärer parasitischer Phase handelt.

Cymothoidae: Typisch für Isopoda ist, dass sie in Relation zum Wirtsfisch eine beträchtliche Größe erreichen können und häufig in der Mundhöhle des Wirtes parasitieren (Mehlhorn und Piekarski 1998). Beide Angaben stimmen mit den Funden von *Cymothoa elegans* (Unterordnung: Flabellifera), isoliert aus *Scatophagus argus*, überein (siehe auch Fototafel 2). Bei diesen Crustacea handelt es sich wie bei sämtlichen Cymothoidae um protandrische Zwitter, bei denen die männlichen Geschlechtsprodukte vor den weiblichen reif werden. In der Bruttasche entwickeln sie sich vom Ei bis zum Juvenilstadium, welches noch schwimmfähig ist und sich aktiv einen Wirt suchen kann. Erst im Endwirt haken sich die Crustacea (Beispiel von *Cymothoa exigua*) am Zungengrund des Wirtes fest, verweilen permanent (Bunkley-Williams und Williams 1998, Trilles 1991) und ernähren sich vom Blut der dortigen Arterie, welche zum Teil dadurch abstirbt und somit die Funktion der Zunge durch den Parasiten übernommen wird.

Gnathiidae: Gnathiidae gen. et sp. indet. ist ein temporärer Fischparasit (Unterordnung: Gnathiidea). Es handelte sich bei den gefundenen Isopoda um das Larvalstadium Praniza, welches das einzige parasitische Stadium dieses Gnathiiden darstellt und sich in drei Abschnitte gliedern lässt (Praniza-1, Praniza-2 und Praniza-3) (Schmidt und Roberts 1989, Trilles 1991). Das Praniza-Stadium heftet sich an seinen Wirt und ernährt sich von dessen Blut. Danach verlässt es zur Häutung den Wirt und entwickelt sich zum Adultus. Diese adulten Formen sind benthisch lebend (Schmidt und Roberts 1989). Der Lebenszyklus der Gnathiida (über 170 beschriebene Arten) wurde von zahlreichen Autoren untersucht (Smit und Basson 2002, Smit et al. 2003). Smit et al. (2003) untersuchte den Lebenszyklus von *G. africana.* Der Isopoda saugt als Praniza-Larve Blut und Lymphflüssigkeit (drei Praniza-Stadien wechseln sich mit je einem Zuphaea-Stadium ab). Auf diesem Weg fungiert er als Überträger des Blutparasiten *Haemogregarina bigemina* (Davies und Smit 2001). Wägele (1988) klärte den Lebenszyklus von *G. calva* auf, indem insgesamt drei Praniza-Stadien beim Wirt Blut saugen. Um den Lebenzyklus vollziehen zu können, werden bestimmte Temperaturen benötigt. Je niedriger die Temperaturen sind, desto langsamer läuft der Entwicklungszyklus des Crustacea ab. In der vorliegenden Untersuchung wurden Gnathiidae gen. et sp. indet. auf allen untersuchten Fischarten, *Epinephelus coioides, E. areolatus, E. fuscoguttatus* und *Scatophagus argus* nachgewiesen. Es existieren bereits Nachweise aus Indonesien u.a. von Rückert et al. (2009b, 2009c) von *E. coioides* und *E. fuscoguttatus*. Theisen (2009) wies Gnathiidae indet. auf *Nemipterus japonicus* nach.

5.8 Molekulargenetische Analysen

Als morphologisches Unterscheidungskriterium der Nematoda dienen vor allem die Vorderdarmstrukturen, welche jedoch oft nur schwer erkennbar sind. Da sich morphologisch verschiedene Nematoda wie z.B. *Anisakis simplex* sensu stricto und *Hysterothylacium aduncum* nur schwer von anderen Nematoda Arten und Unterarten unterscheiden lassen (Hurst 1984), wurden molekulargenetische Techniken als Alternativmethoden zur besseren Identifikation dieser Parasiten entwickelt (Marques et al. 2006). ***Entsprechend der sechsten Arbeitshypothese ist es mit Hilfe von molekulargenetischen Untersuchungen möglich**, **bestimmte Genomabschnitte eines Organismus zu untersuchen und somit die Art genau zu bestimmen.*** Vorangegangene Untersuchungen haben gezeigt, dass die ITS-1, 5,8S und ITS-2 Regionen sich besonders gut zur Unterscheidung der Arten auf molekulargenetischer Ebene eignen (D'Amelio et al. 2000). Der 5,8S Abschnitt ist hochkonserviert, unterläuft demzufolge im Zuge der Evolution nur wenigen Veränderungen. Die beiden ITS Regionen hingegen sind sehr variabel und können somit gut zur Unterscheidung einzelner Arten herangezogen werden. Verschiedene Untersuchungen haben gezeigt, dass die 5,8S Region dieser Nematoda 157 bp groβ ist, während die ITS-1 und ITS-2 Regionen von *A. simplex* 392bp und 309bp (Zhu et al. 1998) groβ sind. Die untersuchten *A. typica* der vorliegenden Arbeit weisen für die ITS-1 Region Längen von 347-348 bp und bei *Anisakis* sp. (HC-2005) 358 bp auf. Für die ITS-2 Region sind es 355 bp für *A. typica* und 259 bp für *Anisakis* sp. (HC-2005) (Kapitel 4.3, Tab. 10). Dies gleicht den Ergebnissen von Kuhn (2010), der dieselben Längen innerhalb der ITS-1 für *A. typica* und Basenpaarlängen von 358 bis 359 bp für *Anisakis* sp. (HC-2005) dieser Region nachwies. Innerhalb der ITS-2 Regionen lagen dessen nachgewiesene Längen für *A. typica* bei 354 bis 355 bp und für *Anisakis* sp. (HC-2005) bei 259. Palm et al. (2008) wies bereits *Anisakis* sp. II in *Epinephelus areolatus* aus balinesischen Gewässern nach. Es wurden in dessen Untersuchungen außer *Anisakis* sp. II keine anderen Arten und Unterarten der zoonotischen Gattung *Anisakis* für diese Fischart nachgewiesen. Es handelt sich bei dessen Sequenzen von *Anisakis* sp. II ebenfalls um die erste Variante mit Basenpaarlängen von 318 und 348 bp für die ITS-1 und für die ITS-2 um 355 bp. Hennen (2010) wies *A. typica* aus der Knorpelfischart (Elasmobranchii) *Gymnura japonica* aus der Segara Anakan (Area 4) nach. In beiden Gebieten konnten die in der vorliegenden Arbeit morphologisch als *Anisakis* sp. deklarierten Nematoda, somit molekulargenetisch als *Anisakis typica* identifiziert werden. Dies wird von Palm et al. (2008) durch dessen Untersuchungen aus den Gewässern vor Bali unterstützt. Aus den Fischen des Küstenbereiches der Segara Anakan stellen die Funde der Gattung *Anisakis* neue Gebietsnachweise dar. Nur die *Anisakis* sp. (HC-2005) Sequenz, eine bisher nicht klassifizierte genetische Variante der Gattung *Anisakis*, wies größere Unterschiede in der ITS-1 Region auf und wurde erstmalig von Kijewska et al. (2009) in *Hoplostethus cadenati* und *Merluccius polli* aus Gewässern des afrikanischen Schelfs nachgewiesen. Nach Kuhn (2010) ist *A. typica* circumglobal, äquatorial in tropischen und subtropischen Gewässern verbreitet. Auch Mattiucci und Nascetti (2006, 2008) und Palm et al. (2008) deklarierten *A. typica* als eine dominante Art in wärmeren, tropischen Gewässern. Mattiucci und

Nascetti (2008) wiesen *A. typica* bereits in 14 der 19 dokumentierten delphiniden Endwirte nach. Das hohe Vorkommen dieses Nematoda in tropischen Gewässern ist vermutlich auf die erhöhte Biodiversität in diesen Gebieten und damit hohe Zwischen- und Endwirtsdichten zurückzuführen. *A. typica* ist dem *Anisakis simplex* Komplex zugehörig (Klimpel et al. 2008a, Mattiucci und Nascetti 2008). Die Untersuchungen von Kuhn (2010) konnten die bisherige Phylogenie der Gattung *Anisakis* weitgehend bestätigen. So besteht die Gattung aus zwei großen Kladen, wobei die erste Klade den *A. simplex* Komplex (*A. simplex* (s.s.), *A. pegreffii* und *A. simplex* C) sowie *A. typica* und die Schwesternarten *A. nascettii* und *A. ziphidarum* umfasst, während die zweite Klade ausschließlich aus dem *A. physeteris*-Komplex (*A. brevispiculata*, *A. paggiae* und *A. physeteris*) besteht (Kuhn 2010). Insgesamt wurden von Kuhn (2010) sieben verschiedene Varianten (V) der untersuchten *A. typica* aus Indonesien identifiziert. Die Genotypen V1, V2 und V3 wurden dabei mehrfach nachgewiesen, während die Varianten V4-V7 lediglich einmal identifiziert werden konnten. Dies stimmte mit den gefundenen und identifizierten Genotypen dieser Studie überein, wobei die Sequenzen 1, 3, 7, 9, 10, 11, 13 und 14 der vorliegenden Studie (Abb. 34) der ersten Variante (V1) angehören. Die Sequenz 5 gehört der sechsten Variante (V6) an. Kuhn (2010) wies außerdem zwei Varianten der *Anisakis* sp. (HC-2005) nach. Diesen beiden Varianten konnte durch die Sequenz 6 der vorliegenden Studie eine weitere Variante hinzugefügt werden. Somit lässt sich zusammenfassen, dass die Sequenzen der nachgewiesenen *A. typica* mit bereits nachgewiesenen Sequenzen aus Indonesien übereinstimmen. Nur die Sequenz von *Anisakis* sp. (HC-2005) weist Veränderungen auf, durch die eine andere Variante angenommen werden kann (Kapitel 4.3, Abb. 36).

Bedenkt man, dass insgesamt in der vorliegenden Untersuchung nur zehn Sequenzierungen zwecks Identifikation der Nematoda durchgeführt wurden, ist anzunehmen, dass eine umfassende molekulargenetische Analyse verschiedener Wirte aus indonesischen Gewässern nicht nur Einblick in das Verbreitungsmuster dieser Nematoda geben würde, sondern höchstwahrscheinlich auch neue Unterarten isoliert werden könnten. ***Die Nutzung molekulargenetischer Methoden zwecks Parasitenidentifikation auf Artlevel*** ist in diesem Falle unerlässlich und ***stellt*** somit ***ein sicheres Bestimmungswerkzeug dar.***

5.9 Fazit

1) Der **ersten Arbeitshypothese** entsprechend unterscheidet sich die Fischparasitenfauna **regional** (Kapitel 4.4, 4.6.1, 4.7, 4.7.5, 5.2, 5.4.2).
2) Der **zweiten Arbeitshypothese** zufolge wird durch die Stargraphmethode die Aussage bestätigt, dass nur **geringe Schwankungen** in der Parasitenfauna in zwei **aufeinanderfolgenden Jahren** auszumachen sind, während über einen **längeren Zeitraum Unterschiede** mit Hilfe dieser Methode visualisiert werden können (**Annualität**) (Kapitel 4.4, 4.5, 4.5.1, 4.6.2, 4.7, 4.7.6, 5.4.3).
3) **Fischparasiten** lassen sich, entsprechend der **dritten Arbeitshypothese**, **als Bioindikatoren** in indonesischen Küstenökosystemen nutzen (Kapitel 4.7, 5.6).
4) Konform mit der **vierten Arbeitshypothese** lässt sich mit Hilfe von Fischparasiten die **Entwicklung** und der Einfluss einer **Fischmarikulturanlage** auf die Umwelt **überwachen** (Kapitel 4.7.3b, 4.7.6, 5.5, 5.5.2).
5) Der **fünften Arbeitshypothese** folgend, lassen sich die Untersuchungsergebnisse für die Weiterentwicklung eines **Bewertungssystems** von **Umweltbedingungen** mit Hilfe von Fischparasiten einsetzen (Kapitel 5.6).
6) Der **sechsten Arbeitshypothese** entsprechend stellt die Nutzung **molekulargenetischer** Methoden zwecks **Parasitenidentifikation** auf Artlevel ein sicheres Bestimmungswerkzeug dar (Kapitel 4.3, 5.8).

5.10 Ausblick

Wie bereits in Kapitel 5.6 angegeben, sollte zukünftig im Hinblick auf die Bioindikation durch Fischparasiten ein besonderes Augenmerk auf die Parameter der für die Endoparasiten berechneten Indizes nach Shannon-Wiener (Diversitätsindex), den Dominanzindex Evenness sowie das Ekto-/ Endoparasiten Verhältnis und die Trichodinenprävalenz gelegt werden, um deren Aussagekraft und ihre tatsächlichen optimalen Grenzwerte zu bestimmen. Der Hepatosomatische Index sollte bei weiteren Probennahmen ebenfalls getestet werden, ggf. in Kombination mit Wassergüteanalysen, um dessen Aussagekraft als Verschmutzungsbioindikator festzulegen und dessen Aussage über natürliche und unnatürliche Umweltbedingungen sowie die bakterielle Biomasse zu überprüfen. Ebenfalls empfehlenswert wäre der Ausbau einer Datenbank basierend auf diesen Parametern verschiedenster Fischarten und Habitate, um einen besseren Einblick in art- und standortspezifische Einflüsse zu bekommen und zukünftig globale Vergleiche ziehen zu können.

6 Literaturverzeichnis

Abollo E., D'Amelio S., Pascual S. (2001a): Fitness of the marine parasitic nematode *Anisakis simplex* s. str. in temperate waters of the NE Atlantic. Diseases of aquatic Organisms 45: 131-139.

Abollo E., Gestal C., Pascual S. (2001b): *Anisakis* infestation in marine fish and cephalopods from Galician waters: an updated perspective. Parasitology Research 87 (6): 492-499.

Allen G. (2000): Marine fishes of South-East Asia. Periplus Editions (HK) Ltd. Singapore: 292 Seiten.

Amin O.M. (1982): Acanthocephala. *In*: Parker S.P. (eds.): Synopsis and classification of living organisms. MacGraw-Hill, New York: 933-940.

Anderson R.C. (2002): Nematode parasites of vertebrates, their development and transmission. CABI Publishing, 2nd Edition: 650 Seiten.

Arthur J.R., Ahmed ATA. (2002): Checklist of the parasites of fishes of Bangladesh. FAO Fisher. Technical Paper No 369/1. Rome, FAO: S. 1-77.

Arthur J.R., Albert E. (1993): Use of parasites for separating stocks of Greenland halibut (*Reinhardtius hippoglossoides*) in the Canadian Northwest Atlantic. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 50 (10): 2175-2181.

Arthur J.R, Lumanlan-Mayo S. (1997): Checklist of the parasites of fish of the Philippines. FAO Fisheries Technical Paper No 369. Rome, FAO: S. 1-102.

Bakun A. (1996): Patterns in the Ocean-Ocean Processes and Marine Population Dynamics. California Sea Grant College Systems, University of California, La Jolla.

Bartoli P., Gibson D.I. (2007): Synopsis of life cycles of Digenea (Plathelminthes) from lagoons of the northern coast of the western Mediterranean. Journal of Natural History 41: 1553-1570.

Berland B. (1984): Basic techniques in helminth preservation. Systematic Parasitology 6: 242-245.

Beumer J.P., Ashburner L.D., Burbury M.E., Jette E., Latham D.J. (1983): A checklist of parasites of the fishes from Australia and adjacent Antarctic territories. Commonwealth Institute of Parasitology, Technical Communication 48: 1-99.

Beverley-Burton M., Suriano D.M. (1981): A revision of *Cycloplectanum* Oliver, 1968 (Monogenea: Diplectanidae) and descriptions of *C. hongkongensis* n. sp. and *C. lantauensis* n. sp. from *Epinephelus* spp. (Serranidae) in the South China Sea. Canadian Journal of Zoology 59: 1276-1285.

Boily F., Marcogliese D.J. (1995): Geographical variations in abundance of larval anisakine nematodes in Atlantic cod (*Gadus moruha*) and American plaice (*Hippoglossoides platessoides*) from the Gulf of St. Lawrence.Canadien Journal of Fisheries of Aquatic Science 52: 105-115.

Bovallius C. (1885): New or imperfectly known Isopoda. Part I. Bihang till Kongliga Svenska Vetenskaps Akademiens Handlingar 10 (11): 1-32.

Boxshall G.A., Halsey S.H. (2004): An introduction to copepod diversity. Volume 1 & 2. The Ray Society, London: 966 Seiten.

Bray R.A. (1984): Some helminth parasites of marine fishes and cephalopods of South Africa: Aspidogastrea and the digenean families Bucephalidae, Haplosplanchnidae, Mesometridae and Fellodistomidae. Journal of Natural History 18: 271-292.

Bray R.A. (1988): A discussion of the status of the subfamily Baccigerinae Yamaguti, 1958 (Digenea) and the constitution of the family Fellodistomidae Nicoll, 1909. Systematic Parasitology 11: 97-112.

Bray R.A., Cribb T.H. (1989): Digeneans of the family Opecoelidae Ozaki, 1925 from the southern Great Barrier Reef, including a new genus and three new species. Journal of Natural History 23: 429-473.

Bray R.A., Gibson D.I., Jones A. (2008): Keys to the Trematoda Volume 3. The Natural History Museum, London UK: 824 Seiten.

Bray R.A., Palm H.W. (2009): Bucephalids (Digenea: Bucephalidae) from marine fishes off the south-western coast of Java, Indonesia, including the description of two new species of *Rhipidocotyle* and comments of the marine fish digenean fauna of Indonesia. Zootaxa 2223: 1-24.

Bu S.S.H., Leong T.S., Wong S.Y., Woo Y.S.N., Foo R.W.T. (1999): Three diplectanid monogeneans from marine finfish (*Epinephelus* sp.) in the Far East. Journal of Helminthology 73: 301-312.

Bunkley-Williams L., Williams E.H. Jr. (1998): Isopods associated with fishes: a synopsis and corrections. Journal of Parasitology 84 (5): 893-896.

Burhanuddin A., Djamali S. (1983): Pengamatan larva Anisakidae pada ikan laut di Laut Jawa dan sekitarnya. [Observation on anisakid larvae in certain marine fishes from the Java Sea and adjacent waters.] Oseanologi di Indonesia 16: 19-27.

Bush O., Lafferty A.D., Lotz J.M., Shostak A.W. (1997): Parasitology meets ecology on his own terms: Margolis et al. revisited. Journal of Parasitology 83: 575-583.

Cabral P., Coste F., Raibaut A. (1984): Cycle évolutif de *Lernanthropus kroyeri* van Beneden, 1851, Copépodes branchial hématophage du Loup *Dicentrarchus labrax* (Linné, 1758) dans des populations naturelles et en élevage. Annales de Parasitologie Humaine et Comparee 59 (2): 189-207.

Canning E.U., Lom, J. (1986): The Microsporidia of vertebrates. Academic Press Inc. (London) Ltd.: 289 Seiten.

Caro A., Combes C., Euzet L. (1997): What makes a fish a suitable host for Monogenea in the Mediterranean? Journal of Helminthology 71: 203-210.

Carpenter K.E., Springer V.G. (2005): The center of the center of marine shore fish biodiversity: the Philippine Islands. Environmental Biology of Fishes 72: 467-480.

Celik E.S., Aydin S. (2006): Effect of *Trachelobdella lubrica* (Hirudinea: Piscicolidae) on biochemical and haematological characteristics of black scorpion fish (*Scorpaena porcus*, Linnaeus 1758). Fish Physiology and Biochemistry 32: 255-266.

Cribb T.H., Anderson G.R., Bray R.A. (1999): Faustulid trematodes (Digenea) from marine fishes of Australia. Systematic Parasitology 44: 119-138.

Crompton D.W.T., Nickol B.B. (1985): Biology of the Acanthocephala. Cambridge University Press, Cambridge: 512 Seiten.

Cruz-Lacierda E.R., Marcial H.S., Pedrajas S.A. (1999a): Parasite fauna of pond and cage cultured orange-spotted grouper (*Epinephelus coioides*) and preliminary results on the control of monogeneans. *In*: Aquatic animal health for sustainability. *In*: Book of Abstracts. Fourth Symposium on Diseases in Asian Aquaculture, November 22-26, 1999, Cebu, Philippines: 42 Seiten.

Cruz-Lacierda E.R., Toledo J.D., Eusebio P.S., Tan-Fermin, J.D. (1999b): Parasitic infestation of marine leech and didymozoid trematode in tank and pond-reared orange-spotted grouper, *Epinephelus coioides*. *In*: Book of Abstracts. The International Conference and Exposition of the World Aquaculture Society, World Aquaculture ’99, 26 April to 2 May 1999, Sydney, Australia. World Aquaculture Society: 189 Seiten.

Cruz-Lacierda E.R., Toledo J.D., Tan-Fermin J.D., Burreson J.D. (2000): Marine leech (*Zeylanicobdella arugamensis*) infestation in cultured orange spotted grouper, *Epinephelus coioides*. Aquaculture 185 (3-4): 191-196.

D'Amelio S., Mathiopoulos K.D., Santos C.P., Pugachev O.N., Webb S.C., Picanco M., Paggi L. (2000): Genetic markers in ribosomal DNA for the identification of members of the genus *Anisakis* (Nematoda: Ascaridoidea) defined by polymerase-chain-reaction-based restriction fragment length polymorphism. International Journal of Parasitology 30: 223-226.

Davies A.J., Smit N.J. (2001): The life-cycle of *Haemogregarina bigemina* (Adeleina: Haemogregarinidae) in South African hosts. Folia Parasitologia 48: 169-177.

De Bruin G.H.P., Russel B.C., Bogusch A. (1994): The marine fish resources of Sri Lanka. FAO species identification field guide for fishery purposes. Fish and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy: 400 Seiten.

De Silva P.H.D.H. (1963): *Zeylanicobdella arugamensis* gen. nov. and sp. nov. from Arugam Kalapu, Eastern Province, Ceylon. Spolia Zeylanica 30: 47-53.

Diamant A., Banet A., Paperna I., von Westernhagen H., Broeg K., Kruener G., Koerting W., Zander S. (1999): The use of fish metabolic, pathological and parasitological indices in pollution monitoring II. The Red Sea and Mediterranean. Helgoland Marine Research 53:195–208.

Diamant A., von Westernhagen H. (1999): Biological indicators for the detection of natural and man-made changes in coastal waters - an introduction to the MARS project. Helgoland Marine Research 53: 148-153.

Diani S. (1995a): Kematian benih ikan kerapu lumpur (*Epinephelus suillus*) yang terinfeksi oleh *Diplectanum* sp. dan *Trichodina* sp. [Mortality of *Epinephelus suillus* fry infected by *Diplectanum* sp. and *Trichodina* sp.] Majalah Parasitologi Indonesia 8: 43-47.

Diani S., Sunyoto P., Danakusumah E. (1999): Derajat infestasi ektoparasit Hirudinea *Piscicola* sp. pada ikan kerapu macan, *Epinephelus fuscoguttatus* dan kerapu sunu, *Plectropomus maculatus*. [Degree of infestation of Hirudinea *Piscicola* sp.ectoparasit on grouper *Epinephelus fuscoguttatus* and coral trout *Plectropomus maculates.*] Abstrak makalah seminar nasional Ke penyakit ikan dan udang. Yogjakarta, 8-9 Nopember 1999: 17 Seiten.

Diani S., Sunyoto P., Mustahal (1996): Derajat infeksi parasit pada benih kerapu lumpur (*Epinephelus suillus*) yang ditampung dengan sistim pergantian air berbeda. [Parasitic infection degree on grouper fry (*Ehinephelus suillus*) in cultur tank.] Jurnal Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia 4: 11-18.

Doupé R.G., Lymbery A.J., Wong, S., Hobbs R.P. (2003): Larval anisakid infections of some tropical fish species from North-West Australia. Journal of Helminthology 77: 363-365.

Dudley R.G. (2000): Segara Anakan fisheries management plan. Segara Anakan conservation and development project, components B. & C. Consultant's report: 1-33.

Dzikowski R., Paperna I., Diamant A. (2003): Use of fish parasite species richness indices in analyzing anthropogenically impacted coastal marine ecosystems. Helgoland Marine Research 57: 220–227.

Erazo-Pagador G. (1999): Life cycle of monogeneans in grouper (*Epinephelus coioides*). *In*: Aquatic animal health for sustainability. Book of Abstracts. Fourth Symposium on Diseases in Asian Aquaculture, November 22-26, 1999, Cebu, Philippines: 49 Seiten.

Etchegoin J.A., Timi J.T., Cremonte F., Lanfranchi A.L. (2005): Redescription of *Prosorhynchus australis* Szidat, 1961 (Digenea: Bucephalidae) parasitizing *Conger orbignianus* Valenciennes, 1842 (Pisces, Congridae) from Argentina. Acta Parasitologica 50 (2): 102-104.

Fripp P.J., Mason P.R. (1983): Spurious human infection with a trypanorhynchiid tapeworm. South African Journal of Science 79: 473 Seiten.

Froese R., Luna S.M., Capuli E.C. (1996): Checklist of marine fishes of Indonesia, compiled from published literature. *In*: Pauly D., Martosubroto P. (eds.): Baseline studies of biodiversity: the fish resources of Western Indonesia. ICLARM Stud Rev 23: 217-275.

Froese R., Pauly D. (2010): Fish Base. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version 03/2010.

Galli P., Crosa G., Mariniello L., Ortis M., D'Amelio S. (2001): Water quality as a determinant of composition of fish parasite communities. Hydrobiologia 452: 173-179.

Garnham P.C.C. (1966): Malaria parasites and other haemosporidia. Blackwell Scientific Publications, Oxford, United Kingdom: 1036 Seiten.

Gasser R.B., Chilton N.B., Hoste H., Beveridge I. (1993): Rapid sequencing of rDNA from single worms and eggs of parasitic helminths. Nucleid Acids Research 21 (10): 2525-2526.

Gibson D.J., Bray R.A. (1986): The Hemiuridae (Digenea) of fishes from the north-east Atlantic. Bulletin of the British Museum (Natural History), Zoology Series 51: 1-125.

Gibson D.J., Jones A., Bray R.A. (2002): Keys to the Trematoda Volume I. CABI Publishing and The Natural History Museum, London, United Kingdom: 521 Seiten.

Golvan Y.J. (1969): Systématique des Acanthocéphales (Acanthocephala Rudolphi 1801). Première Partie: L'ordre des Palaeacanthocephala Meyer 1931. Premier fascicule: La super-famille des Echinorhynchoidea (Cobbold 1876) Golvan et Houin 1963. Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle. Série A, tome LVII, fascicule unique: 373 Seiten.

Grosser C., Heidecke D., Moritz G. (2001): Untersuchungen zur Eignung heimischer Hirudineen als Bioindikatoren für Fließgewässer. Hercynia N.F. 34: 101-127.

Hadidjaja P., Ilahude H.D., Mahfudin H., Hutomo B., Hutomo M. (1978): Larvae of anisakidae in marine fish of coastal waters near Jakarta, Indonesia. The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene 27:51-54.

Hafeezullah M., Siddiqi A.H. (1970): Digenetic trematodes of marine fishes of India. Part I. Bucephalidae and Cryptogonimidae. Indian Journal of Helminthology 22: 1-22.

Hall K.A., Cribb T.H., Barker S.C. (1999): V4 region of small subunit rDNA indicates polyphyly of the Fellodistomidae (Digenea) which is supported by morphology and life-cycle data. Systematic Parasitology 43: 81-92.

Harris E. (2000): Status of Indonesian fisheries today and the research needed. Proceedings of the JSPS-DGHE International Symposium on fisheries science in tropical areas. Faculty of Fisheries and Marine Science-IPB Bogor-Indonesia, August 21-25, 2000: 62-66.

Hechinger R.F., Lafferty K.D., Huspeni T.C., Andrew J.B.,·Armand M.K. (2007): Can parasites be indicators of free-living diversity? Relationships between species richness and the abundance of larval trematodes and of local benthos and fishes. Oecologia 151: 82–92.

Heemstra P.C., Randall J.E. (1993): FAO species catalogue. Volume 16. Groupers of the world. (Family Serranidae, Subfamily Epinephelinae). An annotated and illustrated catalogue of the grouper, rockcod hind, coral grouper and lyretail species known to date. FAO Fisheries Synopses 125 (16): 382 Seiten.

Hennen C. (2010): Untersuchungen zur basalen Cestodengemeinschaft indonesischer Knorpelfischarten. Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, 181 Seiten.

Herbon C.M., Suncoko A.R., Nordhaus I. (eingereicht): Defining trophic levels using the stable isotope approach in interdidal benthic communities on Java, Indonesia. Estuarine, Coastal and Shelf Science.

Ho J.S., Kim I.H. (2001): New species of *Hatschekia* Poche, 1902 (Copepoda: Hatschekiidae) parasitic on marine fishes of Kuwait. Systematic Parasitology 49: 73-79.

Ho J.S., Kim I.H., Cruz-Lacierda E.R., Nagasawa, K. (2004): Sea lice (Copepoda, Caligidae) parasitic on marine cultured and wild fishes of the Philippines. Journal of the Fisheries Society of Taiwan 31 (4): 235-249.

Ho J.S., Lin C.L. (2004): Sea lice of Taiwan (Copepoda: Siphonostomatoida: Caligidae). The Sueichan Press, Taiwan: 388 Seiten.

Hobohm C. (2000): Biodiversität. Quelle und Meyer Verlag, Wiebelsheim: 214 Seiten.

Holtermann P., Burchard H., Jennerjahn T. (2009): Hydrodynamics of the Segara Anakan lagoon. Regional Environmental Change 9: 245-258.

Hudson P.J., Dobson A.P., Lafferty K.D. (2006): Is a healthy ecosystem one that is rich in parasites? Trends in Ecology and Evolution 21 (7): 381-385.

Hunningen A.V., Cable R.M. (1943): The life history of *Lecithaster confusus* Odhner (Trematoda: Hemiuridae). Journal of Parasitology 29: 71-79.

Hurst R.J. (1984): Marine invertebrate hosts of New Zealand Anisakidae (Nematoda). New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research 18: 187-196.

Hutomo M., Hutomo B., Hadidjaja P. (1978): Observations on the incidence and intensity of infection of nematode larvae (Fam. Anisakidae) in certain marine fishes of waters arround Panggang Island, Seribu Island. Marine Research Indonesia 21: 49-60.

Jakob E., Palm H.W. (2006): Parasites of commercially important fish species from the southern Java coast, Indonesia, including the distributionn pattern of trypanorhynch cestodes. Verhandlungen der Gesellschaft für Ichthyologie 5: 156-191.

Jennerjahn T.C., Nasir B., Pohlenga I. (2009): Spatio-temporal variation of dissolved inorganic nutrients related to hydrodynamics and land use in the mangrove-fringes Segara Anakan Lagoon, Java Indonesia. Regional Environmental Change 9 (4): 259-274.

Johnson S.C., Treasurer J.W., Bravo S., Nagasawa K., Kabata Z. (2004): A Review of the Impact of Parasitic Copepods on Marine Aquaculture. Zoological Studies 43 (2): 229-243.

Jones A, Bray R.A., Gibson D.I. (2005): Keys to the Trematoda 2. The Natural History Museum, London: 745 Seiten.

Jousson O., Bartoli P. (2000): The life cycle of *Opecoeloides columbellae* (Pagenstecher, 1863) n. Parasitology 30: 747-760.

Jousson O., Bartoli P., Pawlowski J. (1999): Molecular identification of developmental stages in Opecoeloidae (Digenea). International Journal for Parasitology 29: 1853-1858.

Kabata Z. (1979): Parasitic copepoda of British fishes. The ray society, London 152: 468 Seiten.

Kabata Z. (1984): Diseases caused by metazoans: crustaceans. *In*: Kinne O. (eds.): Diseases of marine animals. Volume IV, Part I Introductions, Pisces. Biologische Anstalt Helgoland, Hamburg: 321-399.

Kabata Z. (1985): Parasites and diseases of fish cultured in the tropics. Taylor & Francis, London: 318 Seiten.

Kahn R.A. (1990): Parasitism in marine fish after chronic exposure to petroleum hydrocarbons in the laboratory and to the Exxon Valdez oil spill. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 44: 759-763.

Kahn R.A. (2004): Parasites of Fish as Biomarkers of Environmental Degradation: A Field Study. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 72: 394-400.

Kahn R.A., Kiceniuk J.W. (1988): Effects of petroleum aromatic hydrocarbons on monogeneids parasitizing Atlantic cod, *Gadus morhua* L. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 41: 94-100.

Kaneko J.J. (1991): Parasite hazards of public health significance to U.S. consumers of raw fish. IAAAM Proceedings 22: 130-134.

Kensley B., Schotte M. (1989): Guide to the marine isopod crustaceans of the Caribbean. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.: 308 Seiten.

Khalil L.F., Jones A., Bray R.A. (1994): Keys to the cestode parasites of vertebrates. University Press, Cambridge, United Kingdom: 751 Seiten.

Khrycheva P. (2009): Anthropogenic contaminants in water and sediments from the Segara Anakan lagoon, Indonesia. Master of Science Thesis in Marine Biology. Universität Bremen: 108 Seiten.

Kiceniuk J.W., Kahn R.A. (1983): Toxicology of chronic crude oil exposure: sublethal effects on aquatic organisms. *In*: Aquatic Toxicology (Nraigu J.O., ed.) John Whiley, New York: 425-536.

Kijewska A., Dzido J., Shukhgalter O., Rokicki J. (2009): Anisakid parasites of fishes caught on the African shelf. Journal of Parasitology 95: 639-645.

Klein B. (1926): Ergebnisse mit einer Silbermethode bei Ciliaten. Archiv für Protistenkunde 56 (2): 243-279.

Klein B. (1958): The “dry“ silver method and its proper use. Journal of Protozoology 5 (2): 99-103.

Kleinertz S. (2006): Zoogeographische Verbreitung metazoischer Fischparasiten in Meerbarben (*Mullus surmuletus*) und Sprotten (*Sprattus sprattus*) aus dem Atlantik und angrenzender Nebenmeere. Diplomarbeit, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf: 93 Seiten.

Klimpel S., Busch M.W., Kellermanns E., Kleinertz S., Palm H.W. (2009): Metazoan Deep-Sea Fish Parasites. Acta Biologica Benrodis, Supplement 11, Natur & Wissen Verlag, Solingen: 384 Seiten.

Klimpel S., Kellermanns E., Palm H.W. (2008a): The role of pelagic swarm fish (Myctophidae: Teleostei) in the oceanic life-cycle of Anisakis sibling species at the Mid-Atlantic Ridge, Central Atlantic. Parasitology Research 104: 43-53.

Klimpel S., Kleinertz S., Palm H.W. (2008b): Distribution of parasites from red mullets (*Mullus surmuletus* L., Mullidae) in the North Sea and Mediterranean Sea. Bulletin of Fish Biology 10: 25-38.

Klimpel S., Palm H.W. (2010): Anisakid nematode (Ascaridoidea) life cycles and distribution: increasing zoonotic potential in the time of climate change? *In*: "Progress in Parasitology", Mehlhorn, H. (ed.). Düsseldorf University Press, Düsseldorf: in press.

Klimpel S., Palm H.W., Rückert S. (2004): The life cycle of *Anisakis simplex* in the Norwegian Deep (northern North Sea). Parasitology Research 94: 1-9.

Klimpel S., Palm H.W., Seehagen A. (2003a): Metazoan parasites and food composition of juvenile *Etmopterus spinax* (L., 1758) (Dalatiidae, Squaliformes) from the Norwegian Deep. Parasitology Research 89: 245-251.

Klimpel S., Palm H.W., Seehagen A. (2003b): Metazoan parasites and feeding behaviour of four small-sized fish species from the central North Sea. Parasitology Research 91: 290-297.

Klimpel S., Rückert S. (2005): Life cycle strategy of *Hysterothylatium aduncum* to become the most abundant anisakid fish nematode in the North Sea. Parasitology Research 97: 141-149.

Klimpel S., Seehagen A., Palm H.W., Rosenthal H. (2001): Deep-water metazoan fish parasites of the world. Logos Verlag Berlin: 316 Seiten.

Koesharyani I., Des Roza, Mahardika K., Johnny F., Zafran, Yuasa K. (2001): Manual for fish disease diagnosis – II. *In:* Sugama K., Hatai K., Nakai T. (eds.): Marine fish and crustacean diseases in Idonesia. Gondol Research Institut for Sea Exploration and Fisheries Department of Marine Affairs and Fisheries and Japan International Cooperation Agency: 49 Seiten.

Koesharyani I., Yuasa K., Zafran, Hatai K. (1998): Common ectoparasites of groupers in Indonesia. Abstracts of paper and poster presented at the Fifth Asian Fisheries Forum International Conference on Fisheries and Food Security beyond the Year 2000 - held in Chiang - Mai, Thailand: 391 Seiten.

Koesharyani I., Zafran, Yuasa K., Hatai K. (1999): Two species of capsalid monogeneans infecting cultured humpback grouper *Cromileptes altivelis* in Indonesia. Fish Pathology 34: 165-166.

Køie M. (1989): On the morphology and life history of *Lecithaster gibbosus* (Rudolphi, 1802) Lühe, 1901 (Digenea, Hemiuroidea). Parasitology Research 75: 361-367.

Køie M. (1990): On the morphology and life-history of *Hemiurus luehei* Odhner, 1905 (Digenea: Hemiuridae). Journal of Helminthology 64: 193-202.

Køie M., Lester R.J.G. (1985): Larval didymozoids (Trematoda) in fishes from Moreton Bay, Australia. Proceedings of the Helminthological Society of Washington 52: 196-203.

Kratochwil A., Schwabe A. (2001): Ökologie der Lebensgemeinschaften: Biozönologie. Eugen Ulmer Verlag: 756 Seiten.

Kritsky D.C., Beverley-Burton M. (1986): The status of *Pseudorhabdosynochus* Yamaguti, 1958, and *Cycloplectanum* Oliver, 1968 (Monogenea: Diplectanidae). Proceedings of the Biological Society of Washington 99: 17-22.

Kuchta R., Scholz T., Vlčková R., Řĭha M., Walter T., Yuniar A.T., Palm H.W. (2009): Revision of tapeworms (Cestoda: Bothriocephalidea) from lizardfish (*Saurida*: Synodontidae) from the Indo-Pacific region. Zootaxa 1977: 55-67.

Kuhn T. (2010): Molekulare Untersuchungen an marinen ascaridoiden Nematoda. Diplomarbeit, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf: 100 Seiten.

Kurniastuty, Dewi J., Tusihadi T. (2000): Rekayasa teknologi pengendalian hama dan penyakit. *In:* Laboran tahunan Balai Budidaya Laut Lampung tahun anggaran 1999/2000. Departemen Eksplorasi Laut dan Perikanan Direktorat Jenderal Perikanan. Balai Budidaya Laut Lampung: S. 170-181.

Kurniastuty, Hermawan A. (1998): Hama dan penyakit. *In:* Pembenihan kerapu macan (*Epinephelus fuscoguttatus*). Departemen Pertanian Direktorat Jenderal Perikanan. Balai Budidaya Laut Lampung: S. 62-70.

Lafferty K.D. (1997): Environmental parasitology: what can parasites tell us about human impacts on the environment? Parasitology Today 13: 251–255.

Lafferty K.D. (2003): Is disease increasing or decreasing, and does it impact or maintain biodiversity? Journal of Parasitology 89: 101–105.

Lafferty K.D., Allesina S., Arim M., Briggs C.J., De Leo G., Dobson A.P., Dunne J.A., Johnson P.T.J., Kuris A.M., Marcogliese D.J., Martinez N.D., Memmott J., Marquet P.A., McLaughlin J.P., Mordecai E.A., Pascual M., Poulin R., Thieltges D.W. (2008): Parasites in food webs: the ultimate missing links. Ecology Letters 11: 533-546.

Laird (1956): Aspects of fish parasitology. *In*: Proceedings of the 2nd Joint Symposium of the Science Society of Malaya and Malayan Mathematical Society: S. 46-54.

Landsberg J.H., Blakesley B.A., Reese R.O., McRae G., Forstchen P.R. (1998): Parasites of fish as indicators of environmental stress. Environmental Monitoring and Assessment 51: 211-232.

Leong T.S. (2001): Parasitic and bacterial diseases of grouper and other cultured marine finfishes and their control strategies APEC FWG Project 02/2000 "Development of a Regional Research Programme on Grouper Virus Transmission and Vaccine Development", Aquatic Animal Health Research Institute (AAHRI). Bangkok, Thailand: 73-80.

Lerssutthichawal T., Chinabut S. (2004): Diplectanids from orange-spotted grouper *Epinephelus coioides* cultured along the west coast of Thailand. 7th Asian Fisheries Forum. November 29-December 3, Penang, Malaysia: 372 Seiten.

Lester R.J.G., Roubal F.R. (1995): Phylum Arthropoda. *In*: Woo P.T.K. (eds.): Fish diseases and disorders. Volume 1: Protozoan and metazoan infections. CAB International, Wallingford: 475-598.

Lile N.K. (1998): Alimentar tract helminths of four pleuronectid flatfish in relation to host phylogeny and ecology. Journal of Fish Biology 53: 945-953.

Lin C.L., Ho J.S., Shen S.N. (1994): Two species of *Caligus* (Copepoda: Caligidae) parasitic on black sea bream (*Acanthopagrus schlegeli*) cultured in Taiwan. Fish Pathology 29 (4): 253-264.

Lom J. (1958): A Contribution to the Systematics and Morphology of Endoparasitic Trichodinids from Amphibians, with a proposal of uniform specific characteristics. Journal of Protozoology 5 (4): 251-263.

Lom J., Dyková I. (1992): Protozoan parasites of fishes. Developments in Aquaculture and Fisheries Science 24: 315 Seiten.

Love M.S., Moser M. (1983): A checklist of parasites of Californian, Oregon and Washington marine and estuarine fishes. NOAA Technical Report NMFS SSRF 777: S. 1-577.

Lydy M.J., Crawford C.G., Frey J.W. (2000): A Comparison of Selected Diversity, Similarity, and Biotic Indices for Detecting Changes in Benthic-Invertebrate Community Structure and Stream Quality. Archives of Environmental Contamination and Toxicology 39 (4): 469-479.

MacKenzie K. (1983): Parasites as biological tags in fish population studies. Advances in Applied Biology 7: 251-331.

MacKenzie K., Abaunza P. (1998): Parasites as biological tags for stock discrimination of marine fish: a guide to procedures and methods. Fisheries Research 38: 45-56.

MacKenzie K., Williams H.H., Williams B., McVicar A.H., Siddall R. (1995): Parasites as indicators of water quality and the potential use of helminth transmission in marine pollution studies. Advances in Parasitology 35: 85-144.

Malouf A.H. (1986): Report of the Royal Commission on Seals and Sealing in Canada Volume 3 Ottawa, Ontario.

Marcogliese D.J. (1995): The role of zooplankton in the transmission of helminth parasites to fish. Reviews in Fish Biology and Fisheries 5: 336-371.

Marcogliese D.J. (2002): Food webs and the transmission of parasites to marine fish. Parasitology 124: 83-99.

Marcogliese D.J. (2003): Food webs and biodiversity: are parasites the missing link? Journal of Parasitology 89: 106–113.

Marcogliese D.J. (2005): Parasites of the superorganism: Are they indicators of ecosystem health? International Journal of Parasitology 35: 705–716.

Marcogliese D.J., Cone D.K. (1997): Parasite communities as indicators of ecosystem stress. Parasitologia 39: 27–232.

Margalef R. (1951): Diversidad de species en las communidades naturals. Publicaciones del Instituto de Biologia Aplicada. Barcelona 9: 5-27.

Margalef R. (1958): Information theory in ecology. General Systematics 3: 36-71.

Margolis L., Arthur J.R. (1979): Synopsis of the parasites of fishes of Canada. Bulletin Fisheries Research Board of Canada 199: 1-269.

Margolis L., Esch G.W., Holmes J.C., Kuries A.M., Schad G.A. (1982): The use of ecological terms in parasitology (Report of an ad hoc committee of the American Society of Parasitologists). Journal of Parasitology 68: 131-133.

Marques J F., Cabral H N., Busi M., D'Amelio S. (2006): Molecular identification of *Anisakis* species from Pleuronectiformes off Portuguese coast. Journal of Helminthology 80: 47-51.

Matthews R.A. (1973): The life-cycle of *Prosorhynchus crucibulum* (Rudolphi, 1819) Odhner, 1905, and a comparison of its cercaria with that of *Prosorhynchus squamatus* Odhner, 1905. Parasitology 66: 133-164.

Mattiucci S., Nascetti G. (2006): Molecular systematics, phylogeny and ecology of anisakid nematodes of the genus Anisakis Dujardin, 1845: An update. Parasite 13: 99–113.

Mattiucci S., Nascetti G. (2008): Advances and trends in the molecular systematics of anisakid nematodes, with implications for their evolutionary ecology and host-parasite co-evolutionary processes. Advances in Parasitology 66: 47–148.

Mattiucci S., Nascetti G., Cianchi R., Paggi L., Margolis L., Brattey J., Webb S., D'Amelio S., Orrechia P., Bullini L. (1997): Genetic and ecological data on the *Anisakis simplex* complex, with evidence for a new species (Nematoda, Ascaridoidea, Ansakidae). Journal of Parasitology 83 (3): 401-416.

McClelland G. (2002): The trouble with sealworms (*Pseudoterranova decipiens* species complex, Nematoda): a review. Parasitology 124: 183-203.

McGeoch M.A. (1998): The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators. Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society 73: 181-201.

Mehlhorn H. (2001): Enzyclopedic reference of parasitology. Second Edition, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg: 676 Seiten.

Mehlhorn H., Düwel D., Raether W. (1993): Diagnose und Therapie der Parasitosen der Haus-, Heim- und Nutztiere, 2. Auflage, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart: 456 Seiten.

Mehlhorn H., Piekarski G. (1998): Grundriß der Parasitenkunde. Parasiten des Menschen und der Nutztiere. 5., überarb. und erw. Aufl., Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena, Lübeck, Ulm: 516 Seiten.

Metcalfe J.L., Fox M.E., Carey J.H. (1984): Aquatic leeches (Hirudinea) as bioindicators of organic chemical contaminants in freshwater ecosystems. Chemosphere 13 (1): 143-150.

Mizzan L. (1994): Nota su due speciei diiurdinei marini parassiti (Hirudinea, Rhynchobdella) rinvenuti su teleostei in laguna di Venezia e in zone costiere marine limitrofe. Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Venezia 43: 195-197.

Möller H., Anders K. (1983): Krankheiten und Parasiten der Meeresfische. Heino Möller Verlag, Kiel: 258 Seiten.

Moravec F. (1994): Parasitic nematodes of freshwater fishes of Europe. House of the Academy of Sciences of the Czech Republic, Prag: 473 Seiten.

Moravec F. (1998): Nematodes of freshwater fishes of the neotropical region. House of the Academy of Sciences of the Czech Republic, Prag: 446 Seiten.

Moravec F. (2004): Some aspects of the taxonomy and biology of dracunculoid nematodes parasitic in fishes: a review. Folia Parasitologica 51: 1-13.

Moravec F., Glamuzina B., Marino G., Merella P., Di Cave D. (2003a): Occurrence of *Philometra lateolabracis* (Nematoda: Philometridae) in the gonads of marine perciform fishes in the Mediterranean region. Diseases of Aquatic Organisms 53: 267–269.

Moravec F., Justine J.L. (2005): Two species of *Philometra* (Nematoda, Philometridae) from serranid fishes off New Caledonia. Acta Parasitologica 50 (4): 323-331.

Moravec F., Justine J.L. (2008): Some philometroid nematodes (Philometridae), including four new species of *Philometra*, from marine fishes off New Caledonia. Acta Parasitologica 53: 369-381.

Moravec F., Nie P., Wang G. (2003b): Some nematodes of fishes from central China, with the redescription of *Procamallanus* (Spirocamallanus) fulvidraconis (Camallanidae). Folia Parasitologica 50: 220–230.

Moravec F., Salgado-Maldonado G., Caspeta-Mandujano J. (2000): Three new *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) species from freshwater fishes in Mexico. Journal of Parasitology 86 (1): 119-127.

Munkittrik K.R., Van der Kraak G.J., McMaster M.E., Portt D.C.B., Van den Heuval M.R., Servos M.R. (1994): Survey of receiving-water environmental impacts associated with discharges from pulp mills. II. Gonad size, liver size, hepatic EROD activity and plasma sex steroid levels in white sucker. Environmental Toxicology and Chemistry 13: 1089-1101.

Naamin N. (1991): The ecological and economic roles of Segara Anakan, Indonesia, as a nursery ground of shrimp. *In*: Chou L.M., Chua T.E., Khoo H.W., Lim P.E., Paw J.N., Silvestre G.T., Valencia M.J., White A.T., Wong P.K.: Towards an integrated management of tropical coastal resources. International Center for Living Aquatic Resources Management. Conference Proceedings 22: 119-130.

Nadler S.A., Hudspeth D S. (2000): Phylogeny of the Ascaridoidea (Nematoda: Ascarisida) based on three genes and morphology: Hypothesis of structural and sequence evolution. Journal of Parasitology 86: 380-393.

Nierstrasz H.F. (1917): Die Isopodensammlung im naturhistorischen Reichsmuseum zu Leiden, II: Cymothoidae, Sphaeromidae, Serolidae, Anthuridae, Idotheidae, Asellidae, Janiridae, Munnopsidae. Zoologische Mededeelingen Rijksmuseum van Natuurlijke Historie, Leiden 3 (2-3): 87-120.

Nikolaeva V.M. (1965): On the developmental cycle of trematodes belonging to the family Didymozoidae. Zlogicheski Zhurnal 44: 1317-1327.

Nikolaeva V.M. (1985): Trematodes-Didymozoidae fauna, distribution and biology. *In:* Parasithology and pathology of marine organisms of the world ocean, W.J. Hargis (ed.). U.S. Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, Washington, D.C.: S. 67-72.

Nolan M.J., Cribb T.H. (2004): Two new blood flukes (Digenea: Sanguinicolidae) from Epinephelinae (Perciformes: Serranidae) of the Pacific Ocean. Parasitology International 53 (4): 327-335.

Obiekezie A.I., Anders K., Lick R., Möller H., Palm H.W. (1992): External lesions and flesh parasites in commercial fishes of Nigerian inshore waters. Aquatic Living Resources 5: 173-183.

Ogawa K., Bondad-Reantaso M.G., Wakabayashi H. (1995): Redescribtion of *Benedenia epinepheli* (Yamaguti, 1937) Meserve, 1938 (Monogenea: Capsalidae) from cultured and aquarium marine fishes of Japan. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 52 (1): 62-70.

Ogut H., Palm H.W. (2005): Seasonal dynamics of *Trichodina* spp. On whiting (*Merlangius merlangus*) in relation to organic pollution on the Eastern Black Sea coast of Turkey. Parasitology Research 96: 149-153.

Orecchia P., Bullini L. (1997): Genetic and ecologycal data on the *Anisakis simplex* complex, with evidence for a new species (Nematoda, Ascaridoidea, Anisakidae). Journal of Parasitology 83 (3): 401-416.

Orecchia P., Paggi L., Mattiucci S., Smiths J.W., Nascetti G., Bullini L. (1986): Electrophoretic identification of larvae and adults of *Anisakis* (Ascaridida: Anisakidae). Journal of Helminthology 60: 331-339.

Overstreet R.M. (1997): Parasitological data as monitors of environmental health. Parassitologia 39: 169–175.

Palm H.W. (1997): Trypanorhynch cestodes of commercial fishes from North-East Brasilian coastal waters. Memòrias do Instituto Oswaldo Cruz 92: 69-79.

Palm H.W. (2000): Trypanorhynch cestodes from Indonesian coastal waters (East Indian Ocean). Folia Parasitologia 47: 123-134.

Palm HW. (2004): The Trypanorhyncha Diesing, 1863. PKSPL-IPB Press, Bogor: 710 Seiten.

Palm H.W. (2010): Fish parasites as biological indicators in a changing world: Can we monitor environmental impact and global change? *In*: "Progress in Parasitology", Mehlhorn, H. (ed.). Düsseldorf University Press, Düsseldorf: in press.

Palm H.W., Damriyasa I.M., Linda, Oka I.B.M. (2008): Molecular genotyping of *Anisakis* Dujardin, 1845 (Nematoda: Ascaridoidea: Anisakidae) larvae from marine fish of Balinese and Javanese waters, Indonesia. Helminthologia 45 (1): 3-12.

Palm H.W., Dobberstein R.C. (1999): Occurrence of trichodinid ciliates (Peritricha: Urceolariidae) in the Kiel Fjord, Baltic Sea, and its possible use as a biological indicator. Parasitology Research 85: 726-732.

Palm H.W., Kleinertz S., Rückert S. (eingereicht): Fish parasites monitor long-term change in a tropical grouper (*Epinephelus fuscoguttatus*) mariculture in Indonesia. Parasitology (Special issue).

Palm H.W., Klimpel S., Bucher C. (1999): Checklist of metazoan fish parasites of German coastal waters. Berichte aus dem Institut für Meereskunde 307: 1-148.

Palm H.W., Obiekezie A.I., Möller H. (1994): Tryponorhynchid cestodes of commercial inshore fishes of the West African coast. Aquatic Living Resources 7: 153-164.

Palm H.W., Rückert S. (2009): A new approach to visualize fish and ecosystem health by using parasites. Parasitology Research 105: 539-553.

Paperna I. (1995): Digenea (Phylum Platyhelminthes). *In*: Woo P.T.K. (eds.): Fish diseases and disorders. Volume 1: Protozoan and metazoan infections. CAB International, Wallingford: S. 329-390.

Parukhin A.M. (1970): Study of the trematode fauna of fish in the Red Sea and Gulf of Aden. Biologiya Morya, Kiev 20: 187-213.

Parukhin A.M. (1976): Parasitic worms of food fishes of the Southern Seas. Kiev: Naukova Dumka: 183 Seiten.

Pears R.J., Choat J.H., Mapstone B.D., Begg G.A. (2006): Demography of a large grouper, *Epinephelus fuscoguttatus* from Australia's Great Barrier Reef: implications for fishery management. Marine Ecology Progress Series 307: 259-272.

Pemerinta Kapubaten Cilacap (2008): Konsidi umum. Available at: http://www.cilacapkap.go.id. Accessed Feburar 2010.

Petersen F., Palm H.W., Möller H., Cuzi M.A. (1993): Flesh parasites of fish from central Philippine waters. Disease of Aquatic Organisms 15: 81-86.

Piasecki W. Ohatsuka S., Yoshizaki R. (2008): Description of a new species of *Thysanote* Krøyer, 1863 (Copepoda: Siphonostomatoida:Lernaeopodidae) from Thailand. Acta Ichthylogica et Piscatoria 38 (1): 29-35.

Pillai N.K. (1985): Copepod parasites of marine fishes: The fauna of India. The Technical & General Press, Calcutta: 900 Seiten.

Pillai N.K., Sebastian J. (1967): Redescribtion of *Sagum epinepheli* (Yamaguit & Yamasu) with comments on the validity of *Pseudolernanthropus* (Copepoda, *Anthostomathidae*). Marine Biology Laboratory, University of Kerala, Trivandrum 7, India: S. 73-80.

Pinkas L., Oliphant M.D., Iverson I.L.K. (1971): Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in Californian waters. California Fish and Game 152: 1-105.

Pinto da Motta M.A., Amado, Falavigna da Rocha C.E. (2001): Useful characters in identifying copepods of the genus *Ergasilus* from plankton, with the description of male and female of *E. sergipensis* n.sp. Hydrobiologia 450: 149-157.

Pollunin N.V.C. (1983): The marine resources of Indonesia. Oceanography and Marine Biology: An Annual Review 21: 455-531.

Pozdnyakov S.E. (1996): Trematode suborder Didymozoata. TINRO, Russia: 318 Seiten.

Purivirojkul W., Areechon N. (2008): A Survey of Parasitic Copepods in Marine Fishes from the Gulf of Thailand, Chon Buri Province. Kasetsart Journal (Natural Sciences) 42: 40-48.

Rasheed S. (1963): A revision of the genus *Philometra* Costa, 1845. Journal of Helminthology 37 (1-2): 89-130.

Reichenow E., Vogel H., Weyer F. (1969): Leitfaden zur Untersuchung der tierischen Parasiten des Menschen und der Haustiere. Johann Ambrosius Barth, Leipzig: 418 Seiten.

Riemann F. (1988): Nematoda. *In*: Higgins R.P., Thiel H. (eds.): Introduction to the study of meiofauna. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.: S. 239-301.

Rigby M.C., Adamson M.L., Deardorff T.L. (1998): *Camallanus carangis* Olsen, 1954 (Nematoda: Camallanidae) reported from French Polynesia and Hawai'i with a redescription of the species. The Journal of Parasitology 84 (1): 158-162.

Rimmer M.A., McBride S., Williams K.C. (2004): Advances in Grouper Aquaculture. Canberra. Australian Centre for International Agricultural Research Monograph: 110 Seiten.

Rohde K. (1984): Diseases caused by metazoans: Helminths. *In*: Kinne O. (eds.): Diseases of marine animals. Volume IV, Part I Introductions, Pisces. Biologische Anstalt Helgoland, Hamburg: 193-320.

Romimohtarto K., Hutagalung H., Razak H. (1991): Water quality of Segara Anakan-Cilacap (Central Java, Indonesia) with a note on lagoon fishery. *In*: Chou L.M., Chua T.E., Khoo H.W., Lim P.E., Paw J.N., Silvestre G.T., Valencia M.J., White A.T., Wong P.K.: Towards an integrated management of tropical coastal resources. International Center for Living Aquatic Resources Management Conference Proceedings 22: 131–141.

Rückert S. (2006): Marine Fischparasiten in Indonesien: Befallssituation und Bedeutung für die Marikultur von Zackenbarschen. Dissertation, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf: 240 Seiten.

Rückert S., Hagen W., Yuniar A.T., Palm H.W. (2009a): Metazoan parasites of Segara Anakan Lagoon, Indonesia, and their potential use as biological indicators. Regional Environmental Change 9: 315-328.

Rückert S., Klimpel S., Mehlhorn H., Palm H.W. (2009b): Transmission of fish into grouper mariculture (Serranidae: *Epinephelus coioides* (Hamilton, 1822)) in Lampung Bay, Indonesia. Parasitology Research 104: 523-532.

Rückert S., Klimpel S., Palm H.W. (2009c): Parasites of cultured and wild brown-marbled grouper *Epinephelus fuscoguttatus* (Forsskål, 1775) in Lampung Bay, Indonesia. Aquaculture Research 1-12: doi: 10.11111 7j.1365-2109.2009.02403.x.

Rückert S., Palm H.W., Klimpel S. (2008): Parasite fauna of seabass (*Lates calcarifer*) under mariculture conditions in Lampung Bay, Indonesia. Journal of Applied Ichthyology 25: 321-327.

Sachlan M. (1978): The occurence of fish parasites in the Indonesian fish culture. Paper read at the 1st workshop on tropical fish diseases. Bogor, Indonesia: 1-5.

Santos M.J., Gibson D.I. (2002): Morphological features of *Prosorhynchus crucibulum* and *P. aculeatus* (Digenea: Bucephalidae), intestinal parasites of *Conger conger* (Pisces: Congridae), elucidated by scanning electron microscopy. Folia Parasitologica 49: 96-102.

Saoud M.F.A., Ramadan M.M., Kawari K.S.R.Al. (1986): Helminth parasites of fishes from the Arabian Gulf. 2. The digenean trematode genera *Hamacraedium* Linton, 1919 and *Cainocraedium* Nicol, 1909. Qatar University Science Bulletin 6: 231-245.

Sasal P., Mouillot D., Fichez R., Chifflet S., Kulbicki M. (2007): The use of fish parasites as biological indicators of anthropogenic influences in coral-reef lagoons: A case study of Apogonidae parasites in New-Caledonia. Marine Pollution Bulletin 54: 1697-1706.

Schaefer M. (1994): Brohmer - Fauna von Deutschland. Quelle & Meyer Verlag, Heidelberg, Wiesbaden. 19. Auflage: 705 Seiten.

Schäperclaus W. Kulow H., Schreckenbach K. (1990): Lehrbuch der Fischkrankheiten. 5. Auflage, Akademie Verlag: 1123 Seiten.

Schell S.C. (1985): Handbook of trematodes of North America, North of Mexico. University Press of Idaho: 263 Seiten.

Schmidt G.D., Roberts L.S. (1989): Foundations of Parasitology. Times Mirror/Mosby College Publishing, fourth Edition: 750 Seiten.

Scholz T. (1997): Life-cycle of *Bothriocephalus claviceps*, a specific parasite of eels. Journal of Helminthology 71: 241-252.

Sey O., Nahhas F.M., Uch S., Vang C. (2003): Digenetic trematodes from marine fishes off the coast of Kuwait, Arabian Gulf: Fellodistomidae and some smaller families, new host geographic records. Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae 49 (3): 179-200.

Shao Y.T., Hwang L.Y., Lee S.H. (2004): Histological observations of ovotestis in the spotted scat *Scatophagus argus.* Fisheries Science 70: 716-718.

Shaw D.J., Dobson A.P. (1995): Pattern of macroparasite abundance and aggregation in wildlife populations: a quantitative review. Parasitology 111: 111-133.

Shih H.H. (2004): Parasitic helminth fauna of the cutlass fish, *Trichiurus lepturus* L., and the differentiation of four anisakid nematode third-stage larvae by nuclear ribosomal DNA sequences. Parasitology Research 93: 188-195.

Slade C.L. (2001): The ecology of trichodinids (Ciliophora: Peritrichida) from Southwest Java, Indonesia with taxonomic descriptions. Master of Science Thesis, University of Bremen, Germany: 188 Seiten.

Smit N.J., Basson L. (2002): *Gnathia pantherina* sp. n. (Crustacea: Isopoda: Gnathiidae), a temporary ectoparasite of some elasmobranch species from southern Africa. Folia Parasitologica 49: 137-151.

Smit N.J., Basson, L., Van As J.G. (2003): Life cycle of the temporary fish parasite, *Gnathia africana* (Crustacea: Isopoda: Gnathiidae). Folia Parasitologica 50: 135-142.

Smith J.W (1983): *Anisakis simplex* (Rudolphi, 1809, det. Krabbe, 1878) (Nematoda: Ascaridoidea): Morphology and morphometry of larvae from euphausids and fish, and a review of the life-history and ecology. Journal of Helminthology 57: 205-224.

Smith J.W., Wooton R. (1975): Experimental studies on the migration of *Anisakis* sp. larvae (Nematoda: Ascaridata) into the flesh of hering *Clupea harengus*. International Journal for Parasitology 5: 133-136.

Strømnes E., Andersen K. (2003): Growth of whaleworm (*Anisakis simplex*, Nematoda, Ascaridoidea, Anisakidae) third stage-larvae in paratenic fish host. Parasitology Research 89: 335-343.

Sures B. (2001): The use of fish parasites as bioindicators of heavy metals in aquatic ecosystems: a review. Aquatic Ecology 35: 245–255.

Sures B. (2003): Accumulation of heavy metals by intestinal helminths in fish: an overview and perspective. Parasitology 126: 53–60.

Sures B. (2004): Environmental Parasitology: Relevancy of parasites in monitoring environmental pollution. Trends in Parasitology 20: 170-177.

Sures B. (2008): Host-parasite interactions in polluted environments. Journal of Fish Biology 73: 2133-2142.

Sures B., Siddall R. (2003): *Pomphorhynchus laevis* (Palaeacanthocephala) in the intestine of chub (*Leuciscus cephalus*) as an indicator of metal pollution. International Journal of Parasitology 33: 65-70.

Susanti D., Redjeki S., Supriatna A. (1996): Pengaruh penggunaan formalin, hijau malakit dan metilin biru terhadap derajat infestasi ektoparasit pada ikan kerapu lumpur (*Epinephelus suillus*). [The effect of formaline, malachite green and methylen blue on the infestation degree of ectoparasites of *Epinephelus suillus* fry.] Majalah Parasitologi Indonesia 9: 95-99.

Szidat L. (1961): Versuch einer Zoogeographie des Süd-Atlantik mit Hilfe von Leitparasiten der Meeresfische. Parasitologische Schriftenreihe 13: 97 Seiten.

Theisen S. (2009): Fischparasiten von der Südküste Javas, Indonesien. Diplomarbeit, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf: 199 Seiten.

Thielen F. (2005): Der Einfluss einwandernder Amphipodenarten auf die Parasitozönose des Europäischen Aals (*Anguilla anguilla*). Dissertation, Karlsruhe: 256 Seiten.

Thompson J.D., Higgins D.G., Gibson D.J. (1994): CLUSTAL W: improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, position-specific gap penalties and weight matrix choice. Nucleic Acids Research 22: 4673-4680.

Tolonen A., Karlsbakk E. (2003): The parasite fauna of the Norwegian spring spawning herring (*Clupea harengus* L.). ICES Journal of Marine Science 60: 77-84.

Tomascik T., Mah A.J., Nontji A., Moosa M.K. (1997): The ecology of the Indonesian seas Part II. Periplus Editions (HK) Ltd. Singapore: 655 Seiten.

Trilles J.P. (1979): Les Cymothoidae (Isopoda, Flabellifera; parasites de poissons) du Rjiksmuseum van Natuurjike Histoire de Leiden II. Afrique, Amérique et régions Indo-Quest-Pacifiques. Zoologische Mededelingen, Rijksmuseum van Natuurlijke Histoire de Leiden 54: 245-275.

Trilles J.P. (1991): Present researches and perspectives on Isopoda (Cymothoidae and Gnathiidae) parasites of fishes (systematics, faunistics, ecology, biology, and physiology). Wiadomości Parazytologiczne 37 (1): 141-143.

Ugland K.I., Strømnes E., Berland B., Aspholm P.E. (2004): Growth, fecundity and sex ratio of adult whaleworm (*Anisakis simplex*; Nematoda, Ascaridoidea, Anisakidae) in three whale species from the North-East Atlantic. Parasitology Research 92: 484-489.

Uyeno D., Nagasawa K. (2009a): Redescription of four species of *Hatschekia* (Copepoda: Siphonostomatoida: Hatschekiidae) parasitic on tetradontiform fishes from Japan. Zootaxa 2110: 1-21.

Uyeno D., Nagasawa K. (2009b): Three new species of *Hatschekia* Poche, 1902 (Copepoda: Siphonostomatoida: Hatschekiidae) parasitic on *Abalistes filamentosus* (Pisces: Tetradontiformes: Balistidae) from off Okinawa, Japan. Systematic Parasitology 74: 225-237.

Velasquez C.C. (1959): Studies on the family Bucephalidae Poche, 1907 (Trematoda) from Philippine food fishes. Journal of Parasitology 45 (2): 135-147.

Velasquez C.C. (1975): Digenetic trematodes of Philippine fishes. University of the Philippines Press, Quezon City: 140 Seiten.

Verweyen L. (2009): Morphologische und genetische Untersuchungen an marinen Kratzern (Acanthocephala). Diplomarbeit, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf: 101 Seiten.

Verweyen L. (persönliche Mitteilung vom April 2010): Institut für Zoomorphologie, Zellbiologie und Parasitologie, Heinrich-Heine-Universität, Universitätsstr. 1, D-40225 Düsseldorf.

Vidal-Martínez V.M., Pech D., Sures B., Purucker S.T., Poulin R. (2009): Can parasites really reveal environmental impact? Trends in Parasitology 26 (1): 44-51.

Vo D.T., Bristow G.A., Nguyen D.H., Vo D.T. (2008): Parasitism of Two Species of *Caligus* (Copepoda: Caligidae) on Wild and Cultured Grouper in Viet Nam. Journal of the Fisheries Society of Taiwan 35 (1): 1-9.

Washington H.G. (1984): Diversity, biotic and similarity indices. A review with special relevance to aquatic ecosystems. Water Research 18: 653-694.

Wägele J.W. (1988): Aspects of the life-cycle of the Antarctic fish parasite *Gathia clava* Vanhöffen (Crustacea: Isopoda). Polar Biology 8: 287-291.

White A.T. (1986): Marine Reserves: How Effective as Management Strategies for Philippine, Indonesian and Malaysian Coral Reef Environments? Ocean Management 10: 137-159.

White A.T., Marosubroto P., Sadorra M.S.M. (1989): The coastal environment profile of Segara Anakan Cilacap, South Java, Indonesia. ICLARM. Association of Southeast Asian Nations. United States coastal resources management project. Technical report 25: 82 Seiten.

Whitten T., Soeriaatmadja R.E., Afiff S.A. (1996): The Ecology of Java and Bali. The ecology of Indonesia Series Volume II, Periplus Editions, Dalhousie University, Halifax: 1004 Seiten.

Whittington I.D. (2004): The Capsalidae (Monogenea: Monopisthocotylea): a review of diversity, classification and phylogeny with a note about species complexes. Folia Parasitologica. 51: 109-122.

Wijayati A., Djunaidah S. (2001): Identifikasi pathogen ikan kerapu macan (*Epinephelus fuscoguttatus*) pada berbagai stadia pemeliharaan. *In:* Aliah R.S., Herdis Irawan D. & Surachman M. (eds.): Peningkata daya saing agribisnis kerapu yang berkelanjutan melalui penerapan IPTEK. Prosiding Lokakakarya Nasional Pengembangan Agribisnis Kerapu. Jakarta 28-29 Agustus 2001: 81-89.

Wilhm J.L. (1967): Comparison of some diversity indices applied to populations of benthic macroinvertebrates in a stream receiving organic wastes. Journal Water Pollution Control Federation 39: 1673-1683.

Williams C.B. (1964): Patterns in the Balance of Nature, and Related Problems in Quantitative Ecology. Academic Press, New York: 324 Seiten.

Williams E.H., Bunkley-Williams L., Burreson E.M. (1994): Some new record of marine and freshwater leeches from Caribbean, southeastern U.S.A., Eastern Pacific, and Okinawan animals. Journal of Helminthological Society Washington 61: 133-138.

Williams H.H., MacKenzie K. (2003): Marine parasites as pollution indicators: an update. Parasitology 126: 27-41.

Windsor D.A. (1998): Most of the species on Earth are parasites. International Journal of Parasitology 28: 1939-1941.

Yamaguti, S. (1942): Sudies on the helminth fauna of Japan. Part 39. Trematodes of fishes mainly from Naha. Biogeographica, Tokyo 3: 329-397.

Yamaguti S. (1952): Parasitic worms mainly from Celebes. Part 1. New digenetic trematodes of fishes. Acta Medicinae Okayama 8: 146-198.

Yamaguti S. (1953): Parasitic worms mainly from Celebes. Part 2. Monogenetic trematodes of fishes. Acta Medicinae Okayama 8: 203-256.

Yamaguti S. (1954): Parasitic worms mainly from Celebes. Part 8. Acanthocephala. Acta Medicinae Okayama 8: 406-413.

Yamaguti S. (1960): New parasitic copepods from Japanese fishes. Publications of the Seto Marine Biological Laboratory 8 (1): 141-155.

Yamaguti S. (1963a): Systema Helminthum, Volume IV: Monogenea and Aspidocotylea. Interscience Publishers London: 699 Seiten.

Yamaguti S. (1963b): Systema Helminthum. Volume V: Acanthocephala. Interscience Publishers, John Wiley & Sons, New York, London: 423 Seiten.

Yamaguti S. (1970): Digenetic trematodes of Hawaiian fishes. Keigaku Publishing Co., Tokyo: 436 Seiten.

Yang T., Zeng, B., Gibson D.I. (2005): Description of *Pseudorhabdosynochus shenzhenensis* n. sp. (Monogena: Diplectanidae) and redescription of *P. serrani* Yamaguti, 1953 from *Epinephelus coioides* off Dapeng Bay, Shenzhen, China. Journal of Parasitology 91 (4): 808-813.

Yeomans W.E., Chubb J.C., Sweeting R.A. (1997): Use of protozoan communities for pollution monitoring. Parassitologia 39: 201-212.

Yoganathan S. (2009): Organic pollutants in benthic animals and fish from a mangrove-fringed lagoon (Segara Anakan), South Central Java, Indonesia. Master of Science Thesis in International Studies in Aquatic Tropical Ecology (ISATEC) Universität Bremen: 120 Seiten.

Yuasa K., Zafran, Koesharyani I., Roza D., Johnny F. (1998): Diseases in marine fishes reared at Gondol Research Station for Coastal Fisheries. Prosiding seminar teknologi perikanan pantai Bali, 6-7 Agustus 1998. Perkembangan terakhir teknologi budidaya pantai untuk mendukung pemulihan ekonomi nasional: S. 94-98.

Yuniar A. (2005): Parasites of marine fish from Segara Anakan, Java, Indonesia and their potential use as biological indicators. Master of Science Thesis in International Studies in Aquatic Tropical Ecology (ISATEC) Universität Bremen: 118 Seiten.

Yuniar A., Palm H.W., Walter T. (2007): Crustacean fish parasites from Segara Anakan Lagoon, Java Indonesia. Parasitology Research 100: 1193-1204.

Yuwono E., Jennerjahn T.C., Nordhaus I., Riyanto E.A., Sastranegara M.H., Pribadi R. (2007): Ecological Status of Segara Anakan, Indonesia: A Mangrove-fringed Lagoon Affected by Human Activities. Asian Journal of Water, Environment and Pollution 4 (1): 61-70.

Zafran, Roza D., Koesharyani I., Johnny F., Yuasa K. (1998): Manual for fish diseases diagnosis. *In:* Sugama K., Ikenoue H., Hatai K. (eds.): Marine fish and crustacean diseases in Idonesia. Gondol Research Institut for Mariculture. Central Research Institute for Sea Exploration and Fisheries Department of Marine Affairs and Fisheries and Japan International Cooperation Agency: 44 Seiten.

Zander C.D. (1998): Parasit-Wirt-Beziehungen. Einführung in die ökologische Parasitologie. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg: 184 Seiten.

Zhu X., D'Amelio S., Paggi L., Gasser R.B. (2000a): Assessing sequence variation in the internal transcribed spacers of ribosomal DNA within and among members of the *Contracaecum osculatum* complex (Nematoda: Ascaridoidea: Anisakidae). Parasitology Research 86: 677-683.

Zhu X., Gasser R.B., Jacobs D.E., Hung G.C., Chilton N.B. (2000b): Relationship among some ascaridoid nematodes based on ribosomal DNA sequence data. Parasitology Research 86: 738-744.

Zhu X., Gasser R.B., Podolska M., Chilton N.B. (1998): Characterisation of anisakid nematodes with zoonotic potential by nuclear ribosomal DNA sequences. International Journal of Parasitology 28: 1911-1921.

7 Anhang

Anhang 1: Rohdaten der nachgewiesenen Parasitenarten/-taxa von *Epinephelus coioides*. 1. Probennahme in der Segara Anakan (Area 3) in 2007/08. (F: freilebend, FG: Frischgewicht, j: juvenil, LG: Lebergewicht, R: Regenzeit, SA: Segara Anakan, SG: Schlachtgewicht, TL: Totallänge).

Fischnr.	Fischart	Gebiet	Standort	Zeit	TL [cm]	FG [g]	SG [g]	LG [g]	Geschlecht	*Trichodina* sp. I	*Didymodiclinus* sp.	*Prosorhynchus* sp. II	*Pseudorhabdosynochus lantauensis*	*Scolex pleuronectis*	*Bothriocephalus* sp.	*Philometra* sp.	*Raphidascaris* sp.	*Spirophilometra* sp.	Nematoda indet. I	Nematoda indet. II	*Southwellina hispida*	*Zeylanicobdella arugamensis*	*Alcirona* sp.	Gnathiidae gen. et sp. indet.	Pennelidae gen. et sp. indet. I	Pennelidae gen. et sp. indet. II
E.c. SA3 I 1	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 07/08	29,7	379	308	4	j	4	0	0	14	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0
E.c. SA3 I 2	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 07/08	30,8	428	337	5	j	1	0	0	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	1	0	0
E.c. SA3 I 3	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 07/08	35,0	333	313	2	j	5	3	0	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	9
E.c. SA3 I 4	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 07/08	28,1	287	269	3	j	2	0	1	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E.c. SA3 I 5	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 07/08	31,3	448	422	5	j	1	0	11	17	0	3	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	11
E.c. SA3 I 6	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 07/08	31,4	497	476	5	j	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
E.c. SA3 I 7	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 07/08	28,6	304	267	3	j	0	0	0	433	0	0	0	0	7	0	0	0	0	2	0	0	0
E.c. SA3 I 8	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 07/08	27,4	359	299	4	j	1	0	0	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	1
E.c. SA3 I 9	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 07/08	28,8	276	248	4	j	2	9	0	87	0	0	1	0	6	0	0	0	0	2	0	0	0
E.c. SA3 I 10	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 07/08	27,8	317	290	3	j	0	0	0	176	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
E.c. SA3 I 11	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 07/08	27,5	304	290	3	j	0	0	0	12	0	0	0	0	1	0	0	0	0	194	0	1	0
E.c. SA3 I 12	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 07/08	26,6	246	204	3	j	5	0	0	153	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0
E.c. SA3 I 13	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 07/08	28,9	281	274	3	j	0	0	0	291	0	1	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0
E.c. SA3 I 14	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 07/08	26,3	253	249	2	j	0	0	0	21	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E.c. SA3 I 15	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 07/08	27,4	285	252	2	j	8	0	0	29	0	0	1	0	0	0	0	0	2	2	0	1	0
E.c. SA3 I 16	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 07/08	38,8	753	717	10	j	0	0	0	49	2	0	0	0	0	3	0	0	2	0	1	0	3
E.c. SA3 I 17	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 07/08	32,6	505	489	7	j	2	0	0	3	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
E.c. SA3 I 18	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 07/08	25,1	242	227	3	j	0	0	0	66	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	28	0
E.c. SA3 I 19	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 07/08	28,7	262	245	2	j	1	0	0	258	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0
E.c. SA3 I 20	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 07/08	27,3	256	236	2	j	2	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
E.c. SA3 I 21	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 07/08	27,4	273	244	4	j	1	0	0	48	0	0	0	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0
E.c. SA3 I 22	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 07/08	33,9	586	546	6	j	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
E.c. SA3 I 23	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 07/08	26,2	268	246	3	j	0	0	0	42	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
E.c. SA3 I 24	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 07/08	26,8	281	269	3	j	9	0	0	26	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	11	0
E.c. SA3 I 25	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 07/08	27,9	300	276	3	j	0	4	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
E.c. SA3 I 26	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 07/08	28,9	427	403	4	j	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0
E.c. SA3 I 27	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 07/08	28,3	288	275	3	j	0	2	0	156	0	0	4	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0
E.c. SA3 I 28	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 07/08	28,7	320	306	3	j	0	0	0	408	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0
E.c. SA3 I 29	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 07/08	27,9	343	323	3	j	5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E.c. SA3 I 30	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 07/08	26,3	242	219	3	j	3	6	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
E.c. SA3 I 31	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 07/08	28,2	305	277	4	j	0	3	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E.c. SA3 I 32	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 07/08	26,7	273	251	3	j	0	0	0	23	0	0	3	0	13	1	0	0	0	0	0	1	3
E.c. SA3 I 33	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 07/08	26,8	255	243	2	j	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E.c. SA3 I 34	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 07/08	32,6	466	437	4	j	0	0	0	3	0	0	0	0	1	4	9	0	0	0	0	0	0
E.c. SA3 I 35	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 07/08	31,6	448	412	3	j	1	0	0	32	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

Anhang 2: Rohdaten der nachgewiesenen Parasitenarten/-taxa von *Epinephelus coioides*. 1. Probennahme in der Segara Anakan (Area 4) in 2008. (F: freilebend, FG: Frischgewicht, j: juvenil, LG: Lebergewicht, SA: Segara Anakan, SG: Schlachtgewicht, T: Trockenzeit, TL: Totallänge).

Fischnr.	Fischart	Gebiet	Standort	Zeit	TL [cm]	FG [g]	SG [g]	LG [g]	Geschlecht	*Microsporea* gen. et sp. indet.	*Prosorhynchus luzonicus*	*Pseudorhabdosynochus lantauensis*	*Bothriocephalus* sp.	*Spirophilometra* sp.	Nematoda indet. I	*Southwellina hispida*	*Zeylanicobdella arugamensis*	*Alcirona* sp.	Gnathiidae gen. et sp. indet.	Pennelidae gen. et sp. indet. II
E.c. SA4 I 1	*Epinephelus coioides*	SA Area 4	F	T 08	22,1	157	142	2	j	0	0	43	0	0	0	0	0	0	0	0
E.c. SA4 I 2	*Epinephelus coioides*	SA Area 4	F	T 08	27,4	325	267	2	j	0	0	7	0	0	0	0	1	0	0	0
E.c. SA4 I 3	*Epinephelus coioides*	SA Area 4	F	T 08	24,5	220	214	2	j	0	0	57	0	0	0	0	0	1	0	8
E.c. SA4 I 4	*Epinephelus coioides*	SA Area 4	F	T 08	27,0	262	247	2	j	0	0	17	0	2	0	0	0	0	0	2
E.c. SA4 I 5	*Epinephelus coioides*	SA Area 4	F	T 08	30,5	399	370	4	j	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3
E.c. SA4 I 6	*Epinephelus coioides*	SA Area 4	F	T 08	28,6	330	323	3	j	1	0	31	1	2	0	1	0	0	0	5
E.c. SA4 I 7	*Epinephelus coioides*	SA Area 4	F	T 08	26,0	236	218	2	j	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
E.c. SA4 I 8	*Epinephelus coioides*	SA Area 4	F	T 08	27,9	275	256	2	j	0	0	3	0	0	0	0	0	33	0	0
E.c. SA4 I 9	*Epinephelus coioides*	SA Area 4	F	T 08	27,5	233	219	2	j	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2
E.c. SA4 I 10	*Epinephelus coioides*	SA Area 4	F	T 08	31,0	432	411	4	j	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3
E.c. SA4 I 11	*Epinephelus coioides*	SA Area 4	F	T 08	25,9	253	245	1	j	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E.c. SA4 I 12	*Epinephelus coioides*	SA Area 4	F	T 08	26,3	246	220	4	j	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	2
E.c. SA4 I 13	*Epinephelus coioides*	SA Area 4	F	T 08	21,5	142	126	1	j	0	0	16	1	2	0	0	0	2	0	1
E.c. SA4 I 14	*Epinephelus coioides*	SA Area 4	F	T 08	34,2	550	519	4	j	0	0	44	0	0	0	3	0	0	0	0
E.c. SA4 I 15	*Epinephelus coioides*	SA Area 4	F	T 08	25,6	251	237	1	j	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	1
E.c. SA4 I 16	*Epinephelus coioides*	SA Area 4	F	T 08	24,3	188	159	1	j	0	0	64	0	0	0	0	0	0	0	3
E.c. SA4 I 17	*Epinephelus coioides*	SA Area 4	F	T 08	26,5	256	236	2	j	0	0	38	0	3	0	0	0	0	0	4
E.c. SA4 I 18	*Epinephelus coioides*	SA Area 4	F	T 08	30,6	378	351	3	j	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3
E.c. SA4 I 19	*Epinephelus coioides*	SA Area 4	F	T 08	27,7	271	252	1	j	0	0	259	1	0	0	1	0	0	0	0
E.c. SA4 I 20	*Epinephelus coioides*	SA Area 4	F	T 08	22,0	140	130	1	j	0	0	47	1	1	1	0	0	0	0	0
E.c. SA4 I 21	*Epinephelus coioides*	SA Area 4	F	T 08	23,6	179	166	1	j	0	0	41	0	2	0	0	0	0	0	0
E.c. SA4 I 22	*Epinephelus coioides*	SA Area 4	F	T 08	33,2	533	486	3	j	0	0	27	0	0	0	6	0	1	0	1
E.c. SA4 I 23	*Epinephelus coioides*	SA Area 4	F	T 08	24,3	201	183	1	j	8	0	98	0	1	0	0	1	0	0	0
E.c. SA4 I 24	*Epinephelus coioides*	SA Area 4	F	T 08	28,3	291	269	3	j	0	0	50	0	0	0	7	1	1	0	0
E.c. SA4 I 25	*Epinephelus coioides*	SA Area 4	F	T 08	28,3	281	261	4	j	0	1	59	0	0	0	0	0	0	1	0
E.c. SA4 I 26	*Epinephelus coioides*	SA Area 4	F	T 08	33,6	579	544	4	j	0	61	19	0	7	0	0	0	1	0	1
E.c. SA4 I 27	*Epinephelus coioides*	SA Area 4	F	T 08	29,4	309	300	2	j	0	0	21	0	3	0	0	0	0	0	2
E.c. SA4 I 28	*Epinephelus coioides*	SA Area 4	F	T 08	26,4	222	206	1	j	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	1
E.c. SA4 I 29	*Epinephelus coioides*	SA Area 4	F	T 08	29,5	407	375	3	j	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
E.c. SA4 I 30	*Epinephelus coioides*	SA Area 4	F	T 08	26,6	281	260	2	j	0	0	106	0	1	0	0	1	0	22	0

Anhang 3: Rohdaten der nachgewiesenen Parasitenarten/-taxa von *Epinephelus coioides*. 1. Probennahme aus Bali in 2008. (F: freilebend, FG: Frischgewicht, j: juvenil, LG: Lebergewicht, m: männlich, SG: Schlachtgewicht, T: Trockenzeit, TL: Totallänge, w: weiblich).

Fischnr.	Fischart	Gebiet	Standort	Zeit	TL [cm]	FG [g]	SG [g]	LG [g]	Geschlecht	*Trichodina* sp. I	*Cainocraedium epinepheli*	*Didymodiclinus* sp.	*Prosorhynchus* sp. I	*Pseudorhabdosynochus lantauensis*	*Parotobothrium balli*	*Scolex pleuronectis*	*Camallanus carangis*	*Philometra* sp.	*Raphidascaris* sp.	Nematoda indet. I	*Caligus* cf. *epinepheli*	*Sagum epinepheli*	*Alcirona* sp.	*Hatschekia* sp.	Caligidae gen. et sp. indet.	Gnathiidae gen. et sp. indet.
E.c. B I 1	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 08	27,8	302	274	5	j	0	0	0	0	4	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	14	0
E.c. B I 2	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 08	28,8	315	297	4	j	7	0	0	0	10	0	2	0	10	1	0	0	0	0	0	3	0
E.c. B I 3	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 08	27,4	328	307	5	j	32	0	0	0	22	1	0	0	5	0	0	0	0	0	0	2	0
E.c. B I 4	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 08	27,0	294	275	4	j	0	0	0	0	8	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	9	0
E.c. B I 5	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 08	29,0	341	319	4	j	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E.c. B I 6	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 08	27,7	321	309	4	j	2	0	0	0	12	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
E.c. B I 7	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 08	27,8	266	253	1	j	0	0	0	0	2	0	6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
E.c. B I 8	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 08	26,5	281	259	4	j	0	0	0	0	112	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0
E.c. B I 9	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 08	27,7	337	319	4	j	3	0	0	0	19	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	4	0
E.c. B I 10	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 08	27,7	290	273	4	j	0	0	0	0	0	0	2	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
E.c. B I 11	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 08	28,0	361	334	7	j	0	0	0	0	0	0	6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
E.c. B I 12	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 08	27,2	299	270	5	j	0	0	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E.c. B I 13	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 08	29,7	315	306	2	j	0	0	0	0	6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E.c. B I 14	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 08	27,3	302	280	5	j	0	0	0	0	14	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
E.c. B I 15	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 08	27,1	302	286	3	j	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E.c. B I 16	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 08	37,7	687	575	12	j	0	8	0	0	246	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	73	0
E.c. B I 17	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 08	31,7	415	382	5	j	0	0	0	23	85	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	53	0
E.c. B I 18	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 08	28,8	264	251	2	j	0	0	0	0	0	0	11	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
E.c. B I 19	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 08	39,6	746	717	6	j	0	0	5	1	184	0	32	0	0	14	0	0	0	0	0	63	0
E.c. B I 20	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 08	39,1	635	570	5	j	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
E.c. B I 21	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 08	31,3	331	320	2	j	2	0	0	0	13	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	19	0
E.c. B I 22	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 08	32,1	393	377	4	m	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	57	1
E.c. B I 23	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 08	32,2	404	377	5	w	0	2	0	0	32	0	0	0	0	0	2	1	0	1	6	32	2
E.c. B I 24	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 08	40,2	647	614	8	m	0	4	0	0	7	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	4	0
E.c. B I 25	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 08	29,5	295	282	2	j	0	0	0	0	36	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	18	0
E.c. B I 26	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 08	27,3	229	219	2	j	0	0	0	0	154	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	66	0
E.c. B I 27	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 08	31,8	392	368	4	w	0	0	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	89	0
E.c. B I 28	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 08	34,6	516	432	3	w	0	4	0	0	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	3	0
E.c. B I 29	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 08	26,0	206	199	1	j	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
E.c. B I 30	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 08	25,8	201	192	2	j	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E.c. B I 31	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 08	23,3	230	201	2	j	0	0	0	3	21	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	21	0
E.c. B I 32	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 08	28,6	310	287	4	j	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E.c. B I 33	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 08	27,6	301	276	3	j	0	0	0	0	13	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0
E.c. B I 34	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 08	26,9	289	254	2	j	0	0	0	2	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
E.c. B I 35	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 08	27,5	300	281	4	j	0	0	0	0	44	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4	0

Anhang 4: Rohdaten der nachgewiesenen Parasitenarten/-taxa von *Epinephelus coioides*. 2. Probennahme in der Segara Anakan (Area 3) in 2008/09. (F: freilebend, FG: Frischgewicht, j: juvenil, LG: Lebergewicht, m: männlich, R: Regenzeit, SA: Segara Anakan, SG: Schlachtgewicht, TL: Totallänge).

Fischnr.	Fischart	Gebiet	Standort	Zeit	TL [cm]	FG [g]	SG [g]	LG [g]	Geschlecht	*Trichodina* sp. I	Microsporea gen. et sp. indet.	*Didymodiclinus* sp.	*Pseudorhabdosynochus lantauensis*	*Philometra* sp.	*Spirophilometra* sp.	*Raphidascaris* sp.	*Southwellina hispida*	Gnathiidae gen. et sp. indet.	Pennelidae gen. et sp. indet. II
E.c. SA3 II 1	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 08/09	30,5	403	385	3,8	j	11	0	1	0	0	2	0	0	4	0
E.c. SA3 II 2	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 08/09	30,2	485	456	8,2	j	0	15	0	1	0	0	0	0	0	0
E.c. SA3 II 3	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 08/09	28,4	332	319	2,2	j	0	0	0	11	0	1	2	0	2	0
E.c. SA3 II 4	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 08/09	27,7	323	303	5,8	j	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
E.c. SA3 II 5	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 08/09	27,0	306	273	5,3	j	2	0	0	103	7	2	0	0	0	0
E.c. SA3 II 6	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 08/09	31,8	480	453	7,0	j	0	0	0	122	0	0	0	0	1	0
E.c. SA3 II 7	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 08/09	29,2	413	373	5,7	j	3	0	0	137	3	0	0	0	0	0
E.c. SA3 II 8	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 08/09	27,9	311	295	2,6	j	1	0	1	133	1	3	0	0	1	0
E.c. SA3 II 9	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 08/09	31,5	434	377	6,8	j	0	0	0	1	2	10	0	0	2	0
E.c. SA3 II 10	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 08/09	28,7	377	353	5,6	j	0	3	0	45	0	1	0	0	0	0
E.c. SA3 II 11	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 08/09	30,2	349	269	3,7	j	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0
E.c. SA3 II 12	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 08/09	25,1	305	291	2,7	j	2	9	0	5	0	0	2	0	0	1
E.c. SA3 II 13	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 08/09	30,6	392	370	6,4	j	2	0	1	1	0	0	0	0	2	0
E.c. SA3 II 14	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 08/09	29,4	340	320	5,8	j	0	1	0	45	1	1	0	0	0	0
E.c. SA3 II 15	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 08/09	28,5	306	296	3,0	j	1	0	0	150	0	0	0	0	0	0
E.c. SA3 II 16	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 08/09	29,1	327	306	7,1	j	0	0	6	1	0	0	0	0	0	0
E.c. SA3 II 17	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 08/09	28,7	334	307	5,9	j	6	0	0	7	0	0	0	0	0	0
E.c. SA3 II 18	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 08/09	30,1	311	288	3,1	j	1	0	1	71	0	17	0	0	0	0
E.c. SA3 II 19	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 08/09	36,4	715	643	10,5	m	1	0	0	53	3	1	0	0	1	0
E.c. SA3 II 20	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 08/09	30,6	361	343	5,4	j	0	3	0	15	0	0	0	0	1	0
E.c. SA3 II 21	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 08/09	25,7	284	265	5,0	j	3	0	0	1	1	0	0	0	0	0
E.c. SA3 II 22	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 08/09	28,5	336	316	3,3	j	1	1	0	3	1	0	3	0	0	0
E.c. SA3 II 23	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 08/09	34,5	562	533	4,8	j	1	0	32	7	0	0	0	0	0	0
E.c. SA3 II 24	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 08/09	28,8	342	311	5,0	j	0	0	0	4	0	3	0	0	2	0
E.c. SA3 II 25	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 08/09	27,7	320	307	5,8	j	0	0	0	11	0	2	0	0	0	0
E.c. SA3 II 26	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 08/09	29,1	405	381	3,7	j	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0
E.c. SA3 II 27	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 08/09	28,5	311	291	4,4	j	0	0	1	35	0	0	0	0	0	0
E.c. SA3 II 28	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 08/09	29,6	360	303	7,0	j	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0
E.c. SA3 II 29	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 08/09	28,2	356	329	2,6	j	0	0	2	1	4	0	0	0	1	0
E.c. SA3 II 30	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 08/09	30,0	414	386	5,4	j	0	0	0	46	0	0	0	0	0	0
E.c. SA3 II 31	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 08/09	26,6	344	325	5,6	j	0	0	1	104	0	0	0	0	3	0
E.c. SA3 II 32	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 08/09	30,2	442	372	6,7	j	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0
E.c. SA3 II 33	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 08/09	27,9	315	289	6,6	j	1	0	2	15	1	0	0	0	0	0
E.c. SA3 II 34	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 08/09	28,2	295	253	2,1	j	0	0	0	55	1	0	0	0	2	0
E.c. SA3 II 35	*Epinephelus coioides*	SA Area 3	F	R 08/09	31,2	411	339	4,4	j	0	0	0	27	0	0	0	1	1	0

Anhang 5: Rohdaten der nachgewiesenen Parasitenarten/-taxa von *Epinephelus coioides*. 2. Probennahme in der Segara Anakan (Area 4) in 2008/09. (F: freilebend, FG: Frischgewicht, j: juvenil, LG: Lebergewicht, m: männlich, R: Regenzeit, SA: Segara Anakan, SG: Schlachtgewicht, TL: Totallänge).

Fischart	Gebiet	Standort	Zeit	TL [cm]	FG [g]	SG [g]	LG [g]	Geschlecht	*Didymodiclinus* sp.	*Prosorhynchus* sp. I	*Pseudorhabdosynochus lantauensis*	*Bothriocephalus* sp.	*Philometra* sp.	*Spirophilometra* sp.	*Raphidascaris* sp.	*Southwellina hispida*	*Zeylanicobdella arugamensis*	*Alcirona* sp.	Gnathiidae gen. et sp. indet.	Pennelidae gen. et sp. indet. II
Epinephelus coioides	SA Area 4	F	R 08/09	38,2	775	743	4,6	j	1	0	33	0	1	0	1	0	0	1	0	0
Epinephelus coioides	SA Area 4	F	R 08/09	31,2	481	453	9,0	j	0	0	21	0	0	0	0	13	4	0	0	0
Epinephelus coioides	SA Area 4	F	R 08/09	26,2	313	262	2,0	j	0	0	8	0	0	1	0	0	2	2	0	1
Epinephelus coioides	SA Area 4	F	R 08/09	29,7	376	359	2,6	j	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Epinephelus coioides	SA Area 4	F	R 08/09	40,3	902	875	10,9	m	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	2
Epinephelus coioides	SA Area 4	F	R 08/09	24,6	241	226	2,3	j	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
Epinephelus coioides	SA Area 4	F	R 08/09	30,7	414	377	3,6	j	1	0	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Epinephelus coioides	SA Area 4	F	R 08/09	24,6	206	196	0,5	j	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Epinephelus coioides	SA Area 4	F	R 08/09	33,1	527	495	5,4	j	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	636
Epinephelus coioides	SA Area 4	F	R 08/09	25,8	308	257	2,4	j	1	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Epinephelus coioides	SA Area 4	F	R 08/09	32,2	472	440	4,1	j	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	4	15
Epinephelus coioides	SA Area 4	F	R 08/09	20,3	205	192	2,2	j	0	0	12	0	0	10	0	0	1	0	0	0
Epinephelus coioides	SA Area 4	F	R 08/09	23,5	205	196	2,0	j	0	0	84	0	0	0	0	0	3	0	0	0
Epinephelus coioides	SA Area 4	F	R 08/09	22,2	195	168	1,9	j	1	0	76	0	0	0	0	1	0	1	0	0
Epinephelus coioides	SA Area 4	F	R 08/09	30,0	356	341	2,5	j	0	0	1	0	0	3	0	2	0	0	0	0
Epinephelus coioides	SA Area 4	F	R 08/09	26,1	272	258	2,2	j	0	29	7	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Epinephelus coioides	SA Area 4	F	R 08/09	28,2	339	317	3,3	j	2	1	69	1	1	6	0	0	0	0	0	0
Epinephelus coioides	SA Area 4	F	R 08/09	25,7	267	251	4,0	j	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
Epinephelus coioides	SA Area 4	F	R 08/09	28,6	342	324	2,6	j	0	8	15	6	0	0	0	2	11	0	1	5
Epinephelus coioides	SA Area 4	F	R 08/09	27,5	280	265	3,8	j	1	0	143	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Epinephelus coioides	SA Area 4	F	R 08/09	22,6	182	174	2,2	j	1	0	36	3	1	0	0	0	0	0	0	0
Epinephelus coioides	SA Area 4	F	R 08/09	22,5	205	195	2,6	j	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Epinephelus coioides	SA Area 4	F	R 08/09	31,5	441	416	8,5	j	0	0	225	4	0	1	0	0	0	0	0	0
Epinephelus coioides	SA Area 4	F	R 08/09	25,9	253	238	2,5	j	0	0	43	0	0	5	0	1	1	0	0	0
Epinephelus coioides	SA Area 4	F	R 08/09	28,6	357	335	3,3	j	0	5	6	0	0	0	0	0	1	0	1	0
Epinephelus coioides	SA Area 4	F	R 08/09	24,3	266	243	2,4	j	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Epinephelus coioides	SA Area 4	F	R 08/09	22,1	204	188	1,5	j	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1
Epinephelus coioides	SA Area 4	F	R 08/09	27,4	322	305	2,7	j	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Epinephelus coioides	SA Area 4	F	R 08/09	29,6	346	333	2,0	j	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0
Epinephelus coioides	SA Area 4	F	R 08/09	26,6	271	265	1,9	j	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Anhang 6: Rohdaten der nachgewiesenen Parasitenarten/-taxa von *Epinephelus coioides*. 2. Probennahme aus Bali in 2009. (F: freilebend, FG: Frischgewicht, j: juvenil, LG: Lebergewicht, m: männlich, SG: Schlachtgewicht, T: Trockenzeit, TL: Totallänge, w: weiblich).

Fischnr.	Fischart	Gebiet	Standort	Zeit	TL [cm]	FG [g]	SG [g]	LG [g]	Geschlecht	*Cainocreadium epinepheli*	*Didymodiclinus* sp.	*Prosorhynchus* sp. I	Bucephalidae indet.	Digenea indet.	*Pseudorhabdosynochus lantauensis*	*Callitetrarhynchus gracilis*	*Philometra* sp.	*Spirophilometra* sp.	*Raphidascaris* sp.	Nematoda indet. I	*Alcirona* sp.	Caligidae gen. et sp. indet.	Gnathiidae gen. et sp. indet.	Pennelidae gen. et sp. indet. II
E.c. B II 1	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 09	41,2	900	834	6,9	j	1	4	0	0	0	7	0	1	0	2	0	0	0	0	21
E.c. B II 2	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 09	31,6	415	374	3,6	j	0	0	0	0	0	2	0	0	7	0	0	0	0	0	2
E.c. B II 3	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 09	40,5	905	830	10,3	j	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
E.c. B II 4	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 09	29,5	400	381	4,7	j	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E.c. B II 5	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 09	34,7	530	467	4,3	j	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
E.c. B II 6	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 09	41,4	950	840	9,8	j	0	2	0	2	0	35	0	0	0	0	1	4	0	0	0
E.c. B II 7	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 09	39,8	695	627	3,6	j	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
E.c. B II 8	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 09	30,6	400	388	3,9	j	0	0	0	0	0	6	0	2	0	2	0	0	0	0	0
E.c. B II 9	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 09	40,9	960	797	13,8	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	6	13
E.c. B II 10	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 09	32,2	485	465	8,3	j	0	0	1	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E.c. B II 11	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 09	29,7	395	362	4,2	j	0	0	1	0	0	4	0	0	3	1	0	0	0	0	0
E.c. B II 12	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 09	32,0	450	413	5,7	j	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
E.c. B II 13	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 09	29,9	380	356	3,9	j	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E.c. B II 14	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 09	34,8	540	447	3,4	j	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	2
E.c. B II 15	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 09	30,6	400	363	2,5	j	0	3	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0
E.c. B II 16	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 09	30,3	400	372	2,0	j	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E.c. B II 17	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 09	46,4	1400	1289	10,9	w	0	0	0	0	0	1	0	2	0	1	0	0	0	0	18
E.c. B II 18	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 09	28,3	395	365	1,9	j	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E.c. B II 19	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 09	30,7	445	394	4,0	j	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
E.c. B II 20	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 09	30,7	480	445	6,6	j	0	0	0	0	0	6	0	1	1	0	0	0	1	0	0
E.c. B II 21	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 09	29,2	390	359	4,0	j	0	2	0	0	0	12	0	0	6	0	0	0	0	0	0
E.c. B II 22	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 09	27,3	385	359	5,3	j	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	7
E.c. B II 23	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 09	27,7	400	368	2,4	j	0	0	0	0	0	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E.c. B II 24	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 09	31,1	395	363	3,7	j	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1
E.c. B II 25	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 09	31,4	420	399	7,7	j	0	0	5	0	0	6	0	1	0	0	0	0	0	0	0
E.c. B II 26	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 09	30,0	400	363	4,1	j	0	0	7	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E.c. B II 27	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 09	31,2	455	408	7,3	j	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E.c. B II 28	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 09	31,3	400	356	4,4	j	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3
E.c. B II 29	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 09	31,0	360	349	4,1	j	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E.c. B II 30	*Epinephelus coioides*	Bali Süden	F	T 09	37,6	340	330	3,3	j	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Anhang 7: Rohdaten der nachgewiesenen Parasitenarten/-taxa von *Epinephelus areolatus*. Probennahme in der Segara Anakan (Area 4) in 2008/09. (F: freilebend, FG: Frischgewicht, GG: Gonadengewicht, LG: Lebergewicht, m: männlich, R: Regenzeit, SA: Segara Anakan, SG: Schlachtgewicht, TL: Totallänge, w: weiblich).

Fischnr.	Fischart	Gebiet	Standort	Zeit	TL [cm]	FG [g]	SG [g]	LG [g]	GG[g]	Geschlecht	*Prosorhynchus* sp. I	*Lecithochirium magnaporum*	*Anisakis typica*	*Anisakis* sp. (HC-2005)	Nematoda indet. I	*Southwellina hispida*	Acanthocephala indet.	*Hatschekia* sp.	Isopoda indet.	Copepoda indet.	Gnathiidae gen. et sp. indet.
E.a. SA4 I 1	*Epinephelus areolatus*	SA Area 4	F	R 08/09	29,2	316	305	0,8	4,3	w	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0	3
E.a. SA4 I 2	*Epinephelus areolatus*	SA Area 4	F	R 08/09	31,7	374	356	0,7	5,0	w	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
E.a. SA4 I 3	*Epinephelus areolatus*	SA Area 4	F	R 08/09	33,2	516	474	2,1	5,3	w	0	0	12	1	0	0	0	0	0	0	2
E.a. SA4 I 4	*Epinephelus areolatus*	SA Area 4	F	R 08/09	32,2	460	435	2,1	6,7	w	6	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
E.a. SA4 I 5	*Epinephelus areolatus*	SA Area 4	F	R 08/09	31,2	406	383	2,1	5,2	m	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
E.a. SA4 I 6	*Epinephelus areolatus*	SA Area 4	F	R 08/09	38,1	681	647	2,8	1,8	m	0	0	9	0	0	0	0	6	0	0	1
E.a. SA4 I 7	*Epinephelus areolatus*	SA Area 4	F	R 08/09	33,8	481	465	1,7	3,6	w	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
E.a. SA4 I 8	*Epinephelus areolatus*	SA Area 4	F	R 08/09	33,0	470	448	1,6	7,0	w	0	0	1	0	0	0	0	4	1	0	2
E.a. SA4 I 9	*Epinephelus areolatus*	SA Area 4	F	R 08/09	33,3	443	411	1,3	5,4	w	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E.a. SA4 I 10	*Epinephelus areolatus*	SA Area 4	F	R 08/09	36,3	623	599	2,5	1,3	m	0	0	1	0	0	1	0	4	0	0	0
E.a. SA4 I 11	*Epinephelus areolatus*	SA Area 4	F	R 08/09	30,3	342	329	1,5	2,6	w	0	0	1	0	0	0	0	5	0	0	4
E.a. SA4 I 12	*Epinephelus areolatus*	SA Area 4	F	R 08/09	31,2	426	403	2,0	2,6	w	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4
E.a. SA4 I 13	*Epinephelus areolatus*	SA Area 4	F	R 08/09	37,2	645	610	3,6	1,3	m	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	7
E.a. SA4 I 14	*Epinephelus areolatus*	SA Area 4	F	R 08/09	38,0	726	702	4,2	2,3	w	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
E.a. SA4 I 15	*Epinephelus areolatus*	SA Area 4	F	R 08/09	27,3	423	392	2,6	3,2	w	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
E.a. SA4 I 16	*Epinephelus areolatus*	SA Area 4	F	R 08/09	37,1	740	681	3,3	9,0	w	0	0	1	0	3	0	0	2	0	4	6
E.a. SA4 I 17	*Epinephelus areolatus*	SA Area 4	F	R 08/09	31,7	440	401	2,1	3,1	w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E.a. SA4 I 18	*Epinephelus areolatus*	SA Area 4	F	R 08/09	33,3	575	518	3,1	8,1	w	0	0	4	0	0	0	0	2	0	0	0
E.a. SA4 I 19	*Epinephelus areolatus*	SA Area 4	F	R 08/09	31,6	395	361	2,6	4,3	w	0	0	3	0	0	0	1	4	0	0	0
E.a. SA4 I 20	*Epinephelus areolatus*	SA Area 4	F	R 08/09	31,6	355	322	7,6	2,7	w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
E.a. SA4 I 21	*Epinephelus areolatus*	SA Area 4	F	R 08/09	33,2	502	465	2,5	7,0	w	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	1
E.a. SA4 I 22	*Epinephelus areolatus*	SA Area 4	F	R 08/09	31,3	362	325	6,3	2,8	w	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
E.a. SA4 I 23	*Epinephelus areolatus*	SA Area 4	F	R 08/09	30,3	403	365	3,2	2,9	w	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
E.a. SA4 I 24	*Epinephelus areolatus*	SA Area 4	F	R 08/09	31,5	388	342	2,2	5,4	w	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
E.a. SA4 I 25	*Epinephelus areolatus*	SA Area 4	F	R 08/09	29,6	342	321	6,7	1,6	w	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2
E.a. SA4 I 26	*Epinephelus areolatus*	SA Area 4	F	R 08/09	31,8	401	363	3,2	4,4	w	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
E.a. SA4 I 27	*Epinephelus areolatus*	SA Area 4	F	R 08/09	31,3	379	332	4,2	3,2	w	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
E.a. SA4 I 28	*Epinephelus areolatus*	SA Area 4	F	R 08/09	29,6	344	319	1,9	2,2	w	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1
E.a. SA4 I 29	*Epinephelus areolatus*	SA Area 4	F	R 08/09	33,2	456	416	6,8	4,2	w	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
E.a. SA4 I 30	*Epinephelus areolatus*	SA Area 4	F	R 08/09	30,2	402	379	4,8	6,8	w	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1

Anhang 8: Rohdaten der nachgewiesenen Parasitenarten/-taxa von *Epinephelus areolatus*. Probennahme aus Bali in 2009. (F: freilebend, FG: Frischgewicht, GG: Gonadengewicht, LG: Lebergewicht, m: männlich, SG: Schlachtgewicht, T: Trockenzeit, TL: Totallänge, w: weiblich).

Fischnr.	Fischart	Gebiet	Standort	Zeit	TL [cm]	FG [g]	SG [g]	LG [g]	GG [g]	Geschlecht	*Microsporea* gen. et sp. indet.	*Allopodocotyle* sp.	*Didymodiclinus* sp.	*Prosorhynchus* sp. II	*Pseudorhabdosynochus* sp.	*Callitetrarhynchus gracilis*	*Parotobothrium balli*	Cestoda indet.	*Anisakis typica*	*Philometra* sp.	*Raphidascaris* sp.	Nematoda indet. I	*Serrasentis sagittifer*	*Alcirona* sp.	*Caligus* cf. *epinepheli*	*Hatschekia* sp.	Caligidae gen. et sp. indet.	Gnathiidae gen. et sp. indet.	Pennellidae gen. et sp. indet. II
E.a. B I 1	*Epinephelus areolatus*	Bali Süden	F	T 09	33,0	450	416	3,1	5,7	w	2	0	62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	12
E.a. B I 2	*Epinephelus areolatus*	Bali Süden	F	T 09	33,2	460	454	1,2	1,1	m	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	2	0
E.a. B I 3	*Epinephelus areolatus*	Bali Süden	F	T 09	31,3	360	342	1,9	3,8	m	0	0	8	0	0	0	0	0	28	0	3	0	0	0	0	0	2	0
E.a. B I 4	*Epinephelus areolatus*	Bali Süden	F	T 09	31,5	370	310	1,3	1,5	m	0	0	5	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	4	0	0	0
E.a. B I 5	*Epinephelus areolatus*	Bali Süden	F	T 09	35,9	500	459	2,6	2,1	m	0	0	8	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
E.a. B I 6	*Epinephelus areolatus*	Bali Süden	F	T 09	31,0	405	372	2,6	0,4	m	2	1	17	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1	0	1	11
E.a. B I 7	*Epinephelus areolatus*	Bali Süden	F	T 09	31,9	400	371	1,3	1,8	m	0	0	4	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1	0	0	0	1	0
E.a. B I 8	*Epinephelus areolatus*	Bali Süden	F	T 09	31,0	395	356	1,3	1,0	m	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	5
E.a. B I 9	*Epinephelus areolatus*	Bali Süden	F	T 09	36,0	350	321	1,3	1,4	w	0	0	8	0	0	0	0	0	9	1	0	0	0	0	2	0	0	2
E.a. B I 10	*Epinephelus areolatus*	Bali Süden	F	T 09	33,2	412	367	1,3	1,6	w	0	0	22	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	3	0	0	0
E.a. B I 11	*Epinephelus areolatus*	Bali Süden	F	T 09	33,7	421	381	1,1	3,9	w	0	0	9	9	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0
E.a. B I 12	*Epinephelus areolatus*	Bali Süden	F	T 09	35,5	573	523	2,1	1,3	w	0	0	17	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	2	0	4	0
E.a. B I 13	*Epinephelus areolatus*	Bali Süden	F	T 09	33,2	403	379	1,7	3,8	w	0	0	12	0	0	0	0	0	1	0	5	0	0	0	3	0	0	0
E.a. B I 14	*Epinephelus areolatus*	Bali Süden	F	T 09	33,1	390	352	1,8	1,9	m	0	0	5	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	1	0	0	1
E.a. B I 15	*Epinephelus areolatus*	Bali Süden	F	T 09	32,4	350	340	1,4	0,2	m	0	0	26	0	0	0	0	0	4	0	0	1	0	0	2	0	1	0
E.a. B I 16	*Epinephelus areolatus*	Bali Süden	F	T 09	32,2	355	347	3,2	3,2	m	0	0	68	0	1	0	0	0	6	0	0	0	0	0	1	10	0	1	22
E.a. B I 17	*Epinephelus areolatus*	Bali Süden	F	T 09	34,2	570	551	2,2	1,5	m	0	0	4	0	0	0	2	3	11	0	5	0	1	0	0	0	1	4
E.a. B I 18	*Epinephelus areolatus*	Bali Süden	F	T 09	35,0	490	464	2,8	0,3	m	0	0	30	0	0	0	0	1	5	0	1	0	0	0	6	0	0	0
E.a. B I 19	*Epinephelus areolatus*	Bali Süden	F	T 09	31,7	430	407	2,4	0,7	m	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	2	0
E.a. B I 20	*Epinephelus areolatus*	Bali Süden	F	T 09	33,9	455	423	1,8	0,7	m	0	0	26	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	3	0	39	2
E.a. B I 21	*Epinephelus areolatus*	Bali Süden	F	T 09	33,1	400	343	3,5	4,8	w	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	15	0	0	0
E.a. B I 22	*Epinephelus areolatus*	Bali Süden	F	T 09	32,8	400	370	0,7	1,0	m	0	0	21	5	0	0	0	0	1	0	3	2	0	0	2	0	1	0
E.a. B I 23	*Epinephelus areolatus*	Bali Süden	F	T 09	31,6	405	376	2,3	0,3	m	0	0	5	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	1	12	0
E.a. B I 24	*Epinephelus areolatus*	Bali Süden	F	T 09	33,5	500	450	2,4	1,0	m	0	0	9	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E.a. B I 25	*Epinephelus areolatus*	Bali Süden	F	T 09	32,0	420	393	2,7	1,3	m	0	0	24	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	17	0	2	0
E.a. B I 26	*Epinephelus areolatus*	Bali Süden	F	T 09	32,4	425	403	2,1	1,0	m	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	2	0
E.a. B I 27	*Epinephelus areolatus*	Bali Süden	F	T 09	33,7	520	467	2,2	1,9	m	0	0	9	21	0	0	0	0	7	1	2	0	0	0	0	0	0	0
E.a. B I 28	*Epinephelus areolatus*	Bali Süden	F	T 09	31,6	390	371	2,4	0,9	m	0	0	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	2	3
E.a. B I 29	*Epinephelus areolatus*	Bali Süden	F	T 09	31,8	450	413	5,1	1,0	m	0	0	24	1	0	0	0	0	8	0	6	1	1	1	0	0	4	5
E.a. B I 30	*Epinephelus areolatus*	Bali Süden	F	T 09	32,2	400	388	1,6	0,9	m	0	0	16	3	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	19	0	11	0

Anhang 9: Rohdaten der nachgewiesenen Parasitenarten/-taxa von *Epinephelus fuscoguttatus*. 1. Probennahme von den Tausend Inseln in 2007/08. (FG: Frischgewicht, j: juvenil, LG: Lebergewicht, M: gehälterte Fische, R: Regenzeit, SG: Schlachtgewicht, TL: Totallänge).

Fischnr.	Fischart	Gebiet	Standort	Zeit	TL [cm]	FG [g]	SG [g]	LG [g]	Geschlecht	*Trichodina* sp. I	*Allopodocotyle epinepheli*	*Lecithochirium magnaporum*	*Prosorhynchus* cf. *crucibulum*	Didymozoidae gen. et sp. indet.	*Benedenia epinepheli*	*Pseudorhabdosynochus lantauensis*	*Scolex pleuronectis*	*Camallanus carangis*	*Raphidascaris* sp.	Nematoda indet. I	Gnathiidae gen. et sp. indet.
E.f. PS I 1	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 07/08	26,8	332	292	11	j	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E.f. PS I 2	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 07/08	28,5	333	273	8	j	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
E.f. PS I 3	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 07/08	26,0	404	342	7	j	0	0	0	0	0	3	4	0	0	0	0	1
E.f. PS I 4	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 07/08	24,5	306	257	8	j	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
E.f. PS I 5	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 07/08	26,3	369	320	3	j	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
E.f. PS I 6	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 07/08	29,5	442	398	6	j	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E.f. PS I 7	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 07/08	29,2	441	412	6	j	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0
E.f. PS I 8	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 07/08	27,1	353	311	5	j	0	0	0	0	1	0	7	0	0	1	0	0
E.f. PS I 9	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 07/08	27,2	456	394	12	j	0	0	0	0	1	0	3	0	0	1	0	0
E.f. PS I 10	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 07/08	27,2	363	287	8	j	0	0	1	0	0	0	6	0	0	0	0	0
E.f. PS I 11	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 07/08	26,1	350	323	4	j	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
E.f. PS I 12	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 07/08	27,5	385	347	7	j	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0
E.f. PS I 13	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 07/08	27,2	339	314	6	j	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E.f. PS I 14	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 07/08	27,6	369	302	8	j	0	0	0	0	0	1	14	0	0	0	0	0
E.f. PS I 15	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 07/08	26,0	283	253	8	j	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0
E.f. PS I 16	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 07/08	28,7	402	349	9	j	0	0	0	0	0	1	54	0	0	1	0	0
E.f. PS I 17	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 07/08	28,7	466	380	3	j	0	0	0	0	1	4	9	0	1	1	0	0
E.f. PS I 18	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 07/08	27,6	385	326	5	j	0	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
E.f. PS I 19	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 07/08	29,3	435	389	5	j	0	0	1	0	0	0	6	0	0	0	0	0
E.f. PS I 20	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 07/08	29,0	377	336	4	j	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0
E.f. PS I 21	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 07/08	28,7	414	369	9	j	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0
E.f. PS I 22	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 07/08	29,7	432	387	3	j	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0
E.f. PS I 23	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 07/08	26,2	392	361	3	j	0	0	0	0	2	0	22	0	0	0	0	0
E.f. PS I 24	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 07/08	29,2	456	375	10	j	0	0	3	0	0	1	1	0	0	0	0	0
E.f. PS I 25	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 07/08	28,5	447	361	7	j	0	0	0	0	0	3	14	0	0	1	0	0
E.f. PS I 26	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 07/08	28,3	375	325	5	j	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0
E.f. PS I 27	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 07/08	29,2	445	386	5	j	0	0	0	0	0	2	8	0	0	0	0	0
E.f. PS I 28	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 07/08	26,8	301	292	4	j	0	0	0	0	0	24	22	5	0	4	0	0
E.f. PS I 29	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 07/08	26,3	298	260	5	j	0	0	0	0	0	12	6	1	0	0	0	0
E.f. PS I 30	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 07/08	28,2	410	338	3	j	0	0	0	0	1	3	148	9	0	2	0	0
E.f. PS I 31	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 07/08	28,3	342	268	6	j	0	0	0	0	0	0	90	0	0	0	0	0
E.f. PS I 32	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 07/08	29,3	457	367	8	j	0	0	1	0	0	3	53	0	0	2	1	0
E.f. PS I 33	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 07/08	29,4	418	365	10	j	0	0	0	2	0	0	205	0	0	2	0	0
E.f. PS I 34	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 07/08	27,3	409	379	4	j	0	0	0	1	0	0	35	0	0	3	1	0
E.f. PS I 35	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 07/08	28,5	381	333	8	j	0	0	0	0	0	0	65	0	0	1	1	0

Anhang 10: Rohdaten der nachgewiesenen Parasitenarten/-taxa von *Epinephelus fuscoguttatus*. 2. Probennahme von den Tausend Inseln in 2008/09. (FG: Frischgewicht, j: juvenil, LG: Lebergewicht, M: gehälterte Fische, R: Regenzeit, SG: Schlachtgewicht, TL: Totallänge).

Fischnr.	Fischart	Gebiet	Standort	Zeit	TL [cm]	FG [g]	SG [g]	LG [g]	Geschlecht	*Trichodina* sp. I	*Lecithochirium magnaporum*	*Prosorhynchus* sp. I	*Benedenia epinepheli*	*Pseudorhabdosynochus lantauensis*	*Scolex pleuronectis*	*Raphidascaris* sp.	*Zeylanicobdella arugamensis*
E.f. PS II 1	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 08/09	25,7	330	289	6,5	j	0	1	0	0	49	0	0	0
E.f. PS II 2	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 08/09	25,5	325	276	7,8	j	0	1	0	0	42	0	0	0
E.f. PS II 3	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 08/09	24,8	305	276	6,0	j	0	0	0	0	23	0	1	0
E.f. PS II 4	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 08/09	25,7	306	272	6,2	j	0	0	0	3	49	0	0	0
E.f. PS II 5	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 08/09	23,9	318	271	6,7	j	0	0	0	0	56	0	0	0
E.f. PS II 6	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 08/09	28,9	424	381	5,3	j	0	0	0	1	7	0	0	0
E.f. PS II 7	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 08/09	26,5	400	344	9,9	j	0	0	0	0	11	0	0	0
E.f. PS II 8	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 08/09	26,4	395	349	8,2	j	0	0	0	0	5	0	0	2
E.f. PS II 9	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 08/09	27,1	363	326	7,8	j	0	0	0	0	14	0	0	0
E.f. PS II 10	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 08/09	27,0	387	349	5,2	j	0	0	0	0	14	0	0	0
E.f. PS II 11	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 08/09	26,7	380	334	4,1	j	0	0	0	0	21	0	0	0
E.f. PS II 12	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 08/09	28,2	372	335	6,9	j	0	0	0	0	3	0	0	0
E.f. PS II 13	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 08/09	25,5	322	262	6,6	j	2	0	0	2	11	0	0	0
E.f. PS II 14	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 08/09	26,2	325	281	4,7	j	0	0	0	0	15	0	0	0
E.f. PS II 15	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 08/09	25,8	319	279	5,5	j	0	0	0	1	1	0	0	0
E.f. PS II 16	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 08/09	27,7	418	327	10,4	j	0	0	0	0	67	0	0	2
E.f. PS II 17	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 08/09	27,1	368	320	11,4	j	0	0	0	0	18	0	1	0
E.f. PS II 18	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 08/09	27,2	379	334	6,8	j	0	0	0	0	40	0	0	1
E.f. PS II 19	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 08/09	27,3	398	349	8,2	j	0	0	0	0	6	0	1	0
E.f. PS II 20	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 08/09	28,6	444	394	11,7	j	0	0	1	0	7	0	1	0
E.f. PS II 21	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 08/09	28,5	477	414	11,9	j	0	0	0	0	18	6	0	0
E.f. PS II 22	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 08/09	25,3	304	266	4,5	j	0	0	0	3	47	0	0	0
E.f. PS II 23	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 08/09	26,5	365	324	5,1	j	0	0	0	0	17	0	0	0
E.f. PS II 24	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 08/09	26,0	328	302	4,9	j	0	0	0	6	186	0	0	0
E.f. PS II 25	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 08/09	28,6	430	375	9,5	j	0	0	0	0	28	0	0	1
E.f. PS II 26	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 08/09	26,0	366	317	10,1	j	0	0	0	0	130	0	0	1
E.f. PS II 27	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 08/09	27,9	447	374	9,0	j	0	0	0	1	2	0	1	2
E.f. PS II 28	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 08/09	27,3	409	354	8,5	j	0	0	0	0	2	0	2	0
E.f. PS II 29	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 08/09	27,8	399	342	7,2	j	0	0	0	0	3	0	1	0
E.f. PS II 30	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 08/09	27,3	417	323	9,4	j	0	0	0	0	54	0	0	0
E.f. PS II 31	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 08/09	25,2	343	282	7,7	j	0	0	0	0	35	0	2	0
E.f. PS II 32	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 08/09	26,8	397	366	6,4	j	0	0	0	0	3	0	3	0
E.f. PS II 33	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 08/09	26,7	369	323	6,8	j	0	0	0	0	46	0	2	0
E.f. PS II 34	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 08/09	28,5	425	371	5,3	j	0	0	0	0	30	0	0	0
E.f. PS II 35	*Epinephelus fuscoguttatus*	Pulau Seribu	M	R 08/09	26,0	312	277	5,0	j	0	0	0	0	8	0	0	0

Anhang 11: Rohdaten der nachgewiesenen Parasitenarten/-taxa von *Scatophagus argus*. 1. Probennahme in der Segara Anakan (Area 3) in 2008. (F: freilebend, FG: Frischgewicht, LG: Lebergewicht, m: männlich, R: Regenzeit, SA: Segara Anakan, SG: Schlachtgewicht, TL: Totallänge, w: weiblich).

Fischnr.	Fischart	Gebiet	Standort	Zeit	TL [cm]	FG [g]	SG [g]	LG [g]	Geschlecht	*Trichodina* sp. II	Microsporea gen. et sp. indet.	*Paradiscogaster farooqii*	*Metahaliotrema scatophagi*	*Cucullanus* sp.	Nematoda indet. I	*Filisoma rizalinum*	*Caligus acanthophagri*	*Cymothoa elegans*	*Ergasilus* sp.	Caligidae gen. et sp. indet.	Gnathiidae gen. et sp. indet.
S.a. SA3 I 1	*Scatophagus argus*	Segara Anakan Area 3	F	R 08	19,1	200	156	1	w	28	0	26	72	0	0	0	5	1	0	0	0
S.a. SA3 I 2	*Scatophagus argus*	Segara Anakan Area 3	F	R 08	14,2	152	68	5	w	0	0	0	3	1	0	51	0	0	31	0	0
S.a. SA3 I 3	*Scatophagus argus*	Segara Anakan Area 3	F	R 08	15,6	155	142	1	w	0	0	0	1	0	0	0	2	2	0	0	0
S.a. SA3 I 4	*Scatophagus argus*	Segara Anakan Area 3	F	R 08	18,3	174	143	1	m	0	2	0	0	0	0	0	11	2	0	0	0
S.a. SA3 I 5	*Scatophagus argus*	Segara Anakan Area 3	F	R 08	16,3	144	105	3	w	12	0	0	5	0	0	0	1	2	0	0	0
S.a. SA3 I 6	*Scatophagus argus*	Segara Anakan Area 3	F	R 08	14,9	129	92	1	w	0	0	0	5	0	0	0	1	0	0	1	0
S.a. SA3 I 7	*Scatophagus argus*	Segara Anakan Area 3	F	R 08	15,0	119	86	1	m	1	0	0	11	0	0	2	0	0	0	0	2
S.a. SA3 I 8	*Scatophagus argus*	Segara Anakan Area 3	F	R 08	14,5	127	96	2	w	0	2	0	8	0	1	0	1	1	0	0	0
S.a. SA3 I 9	*Scatophagus argus*	Segara Anakan Area 3	F	R 08	13,7	120	85	1	w	2	1	0	10	0	0	21	0	0	0	0	1
S.a. SA3 I 10	*Scatophagus argus*	Segara Anakan Area 3	F	R 08	14,7	151	101	2	w	6	0	0	3	0	0	0	4	1	0	0	0
S.a. SA3 I 11	*Scatophagus argus*	Segara Anakan Area 3	F	R 08	15,5	130	95	1	w	5	0	0	3	2	0	0	2	2	0	0	0
S.a. SA3 I 12	*Scatophagus argus*	Segara Anakan Area 3	F	R 08	21,7	321	275	11	w	4	0	0	2	0	0	0	1	2	0	3	0
S.a. SA3 I 13	*Scatophagus argus*	Segara Anakan Area 3	F	R 08	18,6	213	173	1	m	10	0	0	14	0	0	0	4	0	0	6	0
S.a. SA3 I 14	*Scatophagus argus*	Segara Anakan Area 3	F	R 08	15,1	117	101	2	w	11	0	0	8	0	0	0	10	0	0	13	0
S.a. SA3 I 15	*Scatophagus argus*	Segara Anakan Area 3	F	R 08	18,7	225	183	1	w	7	0	0	9	0	0	0	3	0	0	4	0
S.a. SA3 I 16	*Scatophagus argus*	Segara Anakan Area 3	F	R 08	15,9	136	99	1	m	0	4	0	0	0	0	0	21	0	0	10	0
S.a. SA3 I 17	*Scatophagus argus*	Segara Anakan Area 3	F	R 08	20,6	317	214	6	m	6	2	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0
S.a. SA3 I 18	*Scatophagus argus*	Segara Anakan Area 3	F	R 08	15,3	134	98	3	m	0	0	0	1	0	0	4	0	0	0	0	0
S.a. SA3 I 19	*Scatophagus argus*	Segara Anakan Area 3	F	R 08	17,9	136	154	3	m	0	0	0	5	0	0	14	24	1	0	9	0
S.a. SA3 I 20	*Scatophagus argus*	Segara Anakan Area 3	F	R 08	15,5	100	89	1	m	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	7	0

Anhang 12: Rohdaten der nachgewiesenen Parasitenarten/-taxa von *Scatophagus argus*. Probennahme in der Segara Anakan (Area 4) in 2008. (F: freilebend, FG: Frischgewicht, j: juvenil, LG: Lebergewicht, m: männlich, SA: Segara Anakan, SG: Schlachtgewicht, T: Trockenzeit, TL: Totallänge, w: weiblich).

Fischnr.	Fischart	Gebiet	Standort	Zeit	TL [cm]	FG [g]	SG [g]	LG [g]	Geschlecht	*Microsporea* gen. et sp. indet.	*Paradiscogaster farooqii*	*Prosorhynchus* sp. II	*Metahaliotrema scatophagi*	*Cucullanus* sp.	*Bothriocephalus* sp.	*Filisoma rizalinum*	*Caligus acanthophagri*	*Cymothoa elegans*	Caligidae gen. et sp. indet.	Gnathiidae gen. et sp. indet.
S.a. SA4 I 1	*Scatophagus argus*	Segara Anakan Area 4	F	T 08	15,9	82	74	1	j	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0
S.a. SA4 I 2	*Scatophagus argus*	Segara Anakan Area 4	F	T 08	14,4	91	70	1	w	0	0	0	3	0	0	0	1	0	0	0
S.a. SA4 I 3	*Scatophagus argus*	Segara Anakan Area 4	F	T 08	14,5	68	62	1	j	1	0	0	4	0	0	0	1	0	3	0
S.a. SA4 I 4	*Scatophagus argus*	Segara Anakan Area 4	F	T 08	15,8	108	94	2	j	0	0	0	10	0	0	0	0	0	3	0
S.a. SA4 I 5	*Scatophagus argus*	Segara Anakan Area 4	F	T 08	13,4	89	82	1	j	0	0	0	4	0	0	0	0	0	1	0
S.a. SA4 I 6	*Scatophagus argus*	Segara Anakan Area 4	F	T 08	11,5	52	43	1	j	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S.a. SA4 I 7	*Scatophagus argus*	Segara Anakan Area 4	F	T 08	13,6	77	67	1	j	0	0	0	10	0	2	0	0	0	0	0
S.a. SA4 I 8	*Scatophagus argus*	Segara Anakan Area 4	F	T 08	14,9	91	81	1	m	0	0	0	1	0	0	1	1	0	2	0
S.a. SA4 I 9	*Scatophagus argus*	Segara Anakan Area 4	F	T 08	17,2	141	121	1	m	1	390	0	2	0	0	0	20	0	12	0
S.a. SA4 I 10	*Scatophagus argus*	Segara Anakan Area 4	F	T 08	13,6	88	72	1	m	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0
S.a. SA4 I 11	*Scatophagus argus*	Segara Anakan Area 4	F	T 08	15,2	114	103	2	m	0	0	0	2	0	0	0	1	1	0	1
S.a. SA4 I 12	*Scatophagus argus*	Segara Anakan Area 4	F	T 08	15,7	108	82	3	m	1	0	0	0	7	0	0	1	0	0	0
S.a. SA4 I 13	*Scatophagus argus*	Segara Anakan Area 4	F	T 08	15,7	128	109	3	m	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0
S.a. SA4 I 14	*Scatophagus argus*	Segara Anakan Area 4	F	T 08	14,2	85	73	2	m	0	0	1	0	0	0	0	12	1	5	0
S.a. SA4 I 15	*Scatophagus argus*	Segara Anakan Area 4	F	T 08	13,6	70	59	1	j	0	0	0	0	1	0	1	4	0	0	0
S.a. SA4 I 16	*Scatophagus argus*	Segara Anakan Area 4	F	T 08	15,2	104	89	2	j	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0
S.a. SA4 I 17	*Scatophagus argus*	Segara Anakan Area 4	F	T 08	14,3	106	92	2	j	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
S.a. SA4 I 18	*Scatophagus argus*	Segara Anakan Area 4	F	T 08	13,3	81	73	1	j	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0

Anhang 13: Rohdaten der nachgewiesenen Parasitenarten/-taxa von *Scatophagus argus*. 2. Probennahme in der Segara Anakan (Area 3) in 2008/09. (F: freilebend, FG: Frischgewicht, j: juvenil, LG: Lebergewicht, m: männlich, R: Regenzeit, SA: Segara Anakan, SG: Schlachtgewicht, TL: Totallänge, w: weiblich).

Fischnr.	Fischart	Gebiet	Standort	Zeit	TL [cm]	FG [g]	SG [g]	LG [g]	Geschlecht	*Trichodina* sp. II	*Paradiscogaster farooqii*	Digenea indet.	*Metahaliotrema scatophagi*	*Cucullanus* sp.	Nematoda indet. I	*Filisoma rizalinum*	*Ergasilus* sp.	*Caligus acanthophagri*	Caligidae gen. et sp. indet.	*Cymothoa elegans*	Gnathiidae gen. et sp. indet.	Pennelidae gen. et sp. indet. I
S.a. SA3 II 1	*Scatophagus argus*	Segara Anakan Area 3	F	R 08/09	14,0	153	97	1,8	m	0	0	0	9	0	0	0	0	0	2	1	1	0
S.a. SA3 II 2	*Scatophagus argus*	Segara Anakan Area 3	F	R 08/09	16,1	128	108	2,0	m	5	0	0	8	0	0	0	0	2	0	1	0	0
S.a. SA3 II 3	*Scatophagus argus*	Segara Anakan Area 3	F	R 08/09	16,2	140	125	1,5	m	3	0	0	5	0	0	1	0	0	1	1	0	0
S.a. SA3 II 4	*Scatophagus argus*	Segara Anakan Area 3	F	R 08/09	18,7	210	188	2,5	m	5	0	0	1	0	0	0	0	0	3	2	0	0
S.a. SA3 II 5	*Scatophagus argus*	Segara Anakan Area 3	F	R 08/09	14,2	93	83	1,0	m	0	3	14	6	0	0	1	0	0	0	0	0	0
S.a. SA3 II 6	*Scatophagus argus*	Segara Anakan Area 3	F	R 08/09	15,7	121	109	1,6	m	5	19	5	7	1	0	0	0	0	0	0	0	1
S.a. SA3 II 7	*Scatophagus argus*	Segara Anakan Area 3	F	R 08/09	16,5	130	111	2,1	m	2	1	0	10	0	0	6	0	0	0	2	0	0
S.a. SA3 II 8	*Scatophagus argus*	Segara Anakan Area 3	F	R 08/09	14,5	128	113	1,8	w	0	29	16	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
S.a. SA3 II 9	*Scatophagus argus*	Segara Anakan Area 3	F	R 08/09	14,2	98	90	1,4	m	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
S.a. SA3 II 10	*Scatophagus argus*	Segara Anakan Area 3	F	R 08/09	14,3	101	90	0,9	m	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	1	0	0
S.a. SA3 II 11	*Scatophagus argus*	Segara Anakan Area 3	F	R 08/09	14,9	105	84	1,2	j	0	2	0	6	2	0	0	0	0	1	0	0	0
S.a. SA3 II 12	*Scatophagus argus*	Segara Anakan Area 3	F	R 08/09	15,5	110	97	1,4	m	0	2	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S.a. SA3 II 13	*Scatophagus argus*	Segara Anakan Area 3	F	R 08/09	14,2	93	81	1,8	j	1	0	3	6	0	0	0	1	0	0	2	0	0
S.a. SA3 II 14	*Scatophagus argus*	Segara Anakan Area 3	F	R 08/09	15,5	136	121	2,5	w	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
S.a. SA3 II 15	*Scatophagus argus*	Segara Anakan Area 3	F	R 08/09	15,5	131	115	1,8	m	5	0	0	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0
S.a. SA3 II 16	*Scatophagus argus*	Segara Anakan Area 3	F	R 08/09	15,3	131	117	2,0	m	0	0	2	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0
S.a. SA3 II 17	*Scatophagus argus*	Segara Anakan Area 3	F	R 08/09	12,0	136	124	1,3	m	3	0	0	3	2	0	1	0	11	0	1	0	0
S.a. SA3 II 18	*Scatophagus argus*	Segara Anakan Area 3	F	R 08/09	15,2	118	103	2,0	m	0	0	1	6	0	0	0	0	1	0	1	0	0
S.a. SA3 II 19	*Scatophagus argus*	Segara Anakan Area 3	F	R 08/09	15,0	99	88	1,3	m	0	0	15	3	1	0	1	0	0	0	0	0	1
S.a. SA3 II 20	*Scatophagus argus*	Segara Anakan Area 3	F	R 08/09	14,1	103	92	1,7	m	0	0	38	0	1	0	1	0	4	0	0	0	0

Anhang 14: Ergebnisse der SIMPER Analyse.

Epinephelus coioides von 2007/08 sämtlicher Untersuchungsgebiete (Segara Anakan 3, 4 und Bali)

SIMPER
Similarity Percentages - species contributions

One-Way Analysis

Parameters
Resemblance: S17 Bray Curtis similarity
Cut off for low contributions: 90,00%

Group Segara Anakan Area 3
Average similarity: 40,26

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Pseudorhabdosynochus lantauensis	2,31	30,92	1,82	76,80	76,80
Spirophilometra sp.	0,55	3,10	0,45	7,71	84,51
Alcirona sp.	0,44	1,69	0,31	4,19	88,70
Pennelidae gen. et sp. indet. 1	0,37	1,31	0,28	3,26	91,96

Group Segara Anakan Area 4
Average similarity: 46,09

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Pseudorhabdosynochus lantauensis	1,98	31,19	1,66	67,68	67,68
Pennelidae gen. et sp. indet. II	0,71	9,54	0,64	20,70	88,38
Spirophilometra sp.	0,45	2,56	0,39	5,55	93,94

Group Bali Süden/ Kedonganan
Average similarity: 43,98

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Pseudorhabdosynochus lantauensis	1,94	23,47	1,54	53,36	53,36
Caligidae gen. et sp. indet.	1,30	9,85	0,81	22,40	75,76
Scolex pleuronectis	0,62	5,24	0,48	11,91	87,67
Philometra sp.	0,46	2,90	0,38	6,59	94,26

Groups Segara Anakan Area 3 & Segara Anakan Area 4
Average dissimilarity = 60,70

	Group SA Area 3	Group SA Area 4				
Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Pseudorhabdosynochus lantauensis	2,31	1,98	14,07	1,08	23,18	23,18
Pennelidae gen. et sp. indet. II	0,27	0,71	8,33	1,00	13,72	36,90
Spirophilometra sp.	0,55	0,45	6,58	0,97	10,85	47,75
Alcirona sp.	0,44	0,30	6,01	0,69	9,91	57,65
Pennelidae gen. et sp. indet. 1	0,37	0,00	3,63	0,57	5,98	63,64
Nematoda indet. I	0,27	0,03	2,92	0,54	4,80	68,44
Bothriocephalus sp.	0,10	0,22	2,89	0,55	4,76	73,20
Southwellina cf. hispida	0,09	0,22	2,89	0,51	4,75	77,95
Zeylanicobdella arugamensis	0,10	0,18	2,77	0,49	4,56	82,51
Philometra sp.	0,25	0,00	2,66	0,47	4,38	86,89
Didymodiclinus sp.	0,24	0,00	2,56	0,43	4,22	91,11

Groups Segara Anakan Area 3 & Bali Süden/ Kedonganan
Average dissimilarity = 70,19

Species	Group SA Area 3 Av.Abund	Group Bali Süden/ Kedonganan Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Pseudorhabdosynochus lantauensis	2,31	1,94	12,38	1,09	17,64	17,64
Caligidae gen. et sp. indet.	0,00	1,30	11,00	1,19	15,67	33,31
Scolex pleuronectis	0,03	0,62	6,62	0,81	9,44	42,75
Philometra sp.	0,25	0,46	5,39	0,80	7,67	50,42
Spirophilometra sp.	0,55	0,00	4,73	0,80	6,74	57,16
Alcirona sp.	0,44	0,09	4,18	0,61	5,96	63,11
Raphidascaris sp.	0,03	0,37	3,59	0,63	5,12	68,23
Pennelidae gen. et sp. indet. 1	0,37	0,00	3,25	0,57	4,63	72,87
Nematoda indet. I	0,27	0,04	2,57	0,54	3,66	76,53
Didymodiclinus sp.	0,24	0,05	2,46	0,46	3,50	80,02
Pennelidae gen. et sp. indet. II	0,27	0,00	2,24	0,48	3,19	83,21
Hatschekia sp.	0,00	0,25	1,95	0,41	2,78	85,99
Prosorhynchus sp. I	0,00	0,18	1,37	0,35	1,95	87,94
Cainocraedium epinepheli (D)	0,00	0,18	1,32	0,36	1,88	89,82
Gnathiidae gen. et sp. indet.	0,09	0,07	1,14	0,39	1,62	91,44

Groups Segara Anakan Area 4 & Bali Süden/ Kedonganan
Average dissimilarity = 72,45

Species	Group SA Area 4 Av.Abund	Group Bali Süden/ Kedonganan Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Pseudorhabdosynochus lantauensis	1,98	1,94	12,29	1,13	16,97	16,97
Caligidae gen. et sp. indet.	0,00	1,30	11,73	1,21	16,19	33,16
Pennelidae gen. et sp. indet. II	0,71	0,00	7,90	1,02	10,90	44,06
Scolex pleuronectis	0,00	0,62	7,15	0,82	9,87	53,92
Philometra sp.	0,00	0,46	5,11	0,71	7,06	60,98
Spirophilometra sp.	0,45	0,00	4,11	0,73	5,67	66,66
Raphidascaris sp.	0,00	0,37	3,75	0,62	5,17	71,83
Alcirona sp.	0,30	0,09	3,34	0,52	4,60	76,44
Bothriocephalus sp.	0,22	0,00	2,11	0,48	2,91	79,35
Hatschekia sp.	0,00	0,25	2,07	0,41	2,85	82,20
Southwellina cf. hispida	0,22	0,00	2,05	0,43	2,82	85,03
Zeylanicobdella arugamensis	0,18	0,00	1,86	0,42	2,56	87,59
Prosorhynchus sp. I	0,00	0,18	1,45	0,35	2,00	89,59
Cainocraedium epinepheli (D)	0,00	0,18	1,40	0,36	1,93	91,52

Epinephelus coioides von 2008/09 sämtlicher Untersuchungsgebiete (Segara Anakan 3, 4 und Bali).

SIMPER
Similarity Percentages - species contributions

One-Way Analysis

Parameters
Resemblance: S17 Bray Curtis similarity
Cut off for low contributions: 90,00%

Group SEGARA ANAKAN Area 3
Average similarity: 48,25

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Pseudorhabdosynochus lantauensis	1,99	36,91	2,16	76,49	76,49
Gnathiidae gen. et sp. indet.	0,45	3,59	0,41	7,45	83,94
Philometra sp.	0,41	2,57	0,34	5,33	89,27
Didymodiclinus sp.	0,39	2,41	0,30	5,00	94,26

Group SEGARA ANAKAN Area 4
Average similarity: 33,32

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Pseudorhabdosynochus lantauensis	1,57	18,92	1,27	56,80	56,80
Didymodiclinus sp.	0,47	4,16	0,39	12,49	69,29
Zeylanicobdella arugamensis	0,47	3,49	0,42	10,47	79,76
Spirophilometra sp.	0,35	1,41	0,26	4,24	84,00
Bothriocephalus sp.	0,33	1,19	0,26	3,58	87,59
Philometra sp.	0,24	1,07	0,22	3,21	90,79

Group Bali Süden/ Kedonganan
Average similarity: 27,44

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Pseudorhabdosynochus lantauensis	0,95	12,99	0,70	47,32	47,32
Pennelidae gen. et sp. indet. II	0,56	4,07	0,39	14,84	62,16
Philometra sp.	0,41	4,01	0,37	14,63	76,79
Prosorhynchus sp. I	0,37	2,86	0,29	10,43	87,21
Spirophilometra sp.	0,33	1,62	0,26	5,89	93,11

Groups SEGARA ANAKAN Area 3 & SEGARA ANAKAN Area 4
Average dissimilarity = 65,02

	Group SA Area 3	Group SA Area 4				
Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Pseudorhabdosynochus lantauensis	1,99	1,57	14,61	1,18	22,47	22,47
Didymodiclinus sp.	0,39	0,47	7,55	0,83	11,61	34,08
Spirophilometra sp.	0,40	0,35	6,26	0,82	9,63	43,71
Philometra sp.	0,41	0,24	5,66	0,80	8,71	52,42
Gnathiidae gen. et sp. indet.	0,45	0,15	5,59	0,82	8,59	61,01
Zeylanicobdella arugamensis	0,00	0,47	5,45	0,79	8,39	69,40
Pennelidae gen. et sp. indet. II	0,03	0,44	4,83	0,45	7,43	76,83
Southwellina cf. hispida	0,03	0,29	3,41	0,55	5,24	82,07
Bothriocephalus sp.	0,00	0,33	3,31	0,59	5,10	87,17
Microsporidae gen. et sp. indet.	0,24	0,00	2,74	0,41	4,21	91,38

Groups SEGARA ANAKAN Area 3 & Bali Süden/ Kedonganan
Average dissimilarity = 70,22

	Group SA Area 3	Group Bali Süden/ Kedonganan				
Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Pseudorhabdosynochus lantauensis	1,99	0,95	18,31	1,31	26,07	26,07
Philometra sp.	0,41	0,41	7,47	0,90	10,64	36,71
Pennelidae gen. et sp. indet. II	0,03	0,56	7,09	0,75	10,10	46,81
Spirophilometra sp.	0,40	0,33	6,89	0,83	9,81	56,63
Gnathiidae gen. et sp. indet.	0,45	0,14	6,39	0,82	9,11	65,73
Didymodiclinus sp.	0,39	0,20	6,39	0,69	9,09	74,83
Prosorhynchus sp. I	0,00	0,37	5,38	0,61	7,66	82,49
Raphidascaris sp.	0,11	0,25	3,93	0,60	5,60	88,09
Microsporidae gen. et sp. indet.	0,24	0,00	3,11	0,41	4,43	92,51

Groups SEGARA ANAKAN Area 4 & Bali Süden/ Kedonganan
Average dissimilarity = 74,68

Species	Group SA Area 4 Av.Abund	Group Bali Süden/ Kedonganan Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Pseudorhabdosynochus lantauensis	1,57	0,95	14,75	1,23	19,76	19,76
Pennelidae gen. et sp. indet. II	0,44	0,56	9,16	0,77	12,27	32,03
Didymodiclinus sp.	0,47	0,20	7,30	0,73	9,78	41,81
Prosorhynchus sp. I	0,26	0,37	6,46	0,72	8,65	50,45
Spirophilometra sp.	0,35	0,33	6,21	0,78	8,31	58,76
Philometra sp.	0,24	0,41	6,01	0,80	8,05	66,82
Zeylanicobdella arugamensis	0,47	0,00	5,82	0,78	7,79	74,61
Bothriocephalus sp.	0,33	0,00	3,49	0,58	4,68	79,28
Southwellina cf. hispida	0,29	0,00	3,43	0,52	4,59	83,88
Raphidascaris sp.	0,03	0,25	3,13	0,54	4,19	88,06
Gnathiidae gen. et sp. indet.	0,15	0,14	2,80	0,51	3,75	91,81

Epinephelus areolatus von 2009 der Segara Anakan und Bali.

SIMPER
Similarity Percentages - species contributions

One-Way Analysis

Parameters
Resemblance: S17 Bray Curtis similarity
Cut off for low contributions: 90,00%

Group SEGARA ANAKAN Area 4
Average similarity: 35,67

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Anisakis typica	1,79	16,67	0,86	46,73	46,73
Hatschekia sp.	1,61	12,23	0,76	34,29	81,01
Gnathiidae gen. et sp. indet.	1,32	6,71	0,51	18,81	99,82

Group Bali Süden/ Kedonganan
Average similarity: 42,44

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Didymodiclinus sp.	16,40	28,69	2,17	67,60	67,60
Hatschekia sp.	4,07	5,30	0,76	12,48	80,08
Anisakis typica	3,97	4,64	0,69	10,92	91,00

Groups SEGARA ANAKAN Area 4 & Bali Süden/ Kedonganan
Average dissimilarity = 85,58

Species	Group SA Area 4 Av.Abund	Group Bali Süden/ Kedonganan Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Didymodiclinus sp.	0,00	16,40	40,31	2,31	47,10	47,10
Anisakis typica	1,79	3,97	11,25	0,85	13,14	60,25
Hatschekia sp.	1,61	4,07	10,65	0,90	12,44	72,69
Gnathiidae gen. et sp. indet.	1,32	3,00	7,85	0,70	9,18	81,87
Pennelidae gen. et sp. indet. II	0,00	2,23	4,37	0,57	5,11	86,97
Prosorhynchus sp. II	0,00	1,37	3,56	0,35	4,16	91,14

Scatophagus argus von 2007/08 und 2008/09 der Segara Anakan (3und 4).

SIMPER
Similarity Percentages - species contributions

One-Way Analysis

Parameters
Resemblance: S17 Bray Curtis similarity
Cut off for low contributions: 90,00%

Group Segara Anakan Area 3/R07/08
Average similarity: 45,29

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Metahaliotrema scatophagi	1,26	17,26	1,23	38,11	38,11
Caligus acanthophagri	1,11	15,83	1,24	34,96	73,07
Caligidae gen. et sp. indet.	0,67	5,28	0,47	11,66	84,73
Cymothoa elegans	0,50	4,08	0,46	9,01	93,74

Group Segara Anakan Area 3/R08/09
Average similarity: 35,13

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Metahaliotrema scatophagi	1,08	15,02	1,05	42,75	42,75
Cymothoa elegans	0,58	7,35	0,61	20,93	63,68
Digenea indet.	0,80	5,22	0,46	14,86	78,54
Filisoma rizalinum	0,38	2,10	0,35	5,97	84,51
Paradiscogaster farooqii	0,46	1,71	0,29	4,86	89,37
Caligus acanthophagri	0,34	1,49	0,22	4,24	93,61

Group Segara Anakan Area 4/T08
Average similarity: 38,77

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Caligus acanthophagri	1,02	23,28	1,17	60,06	60,06
Metahaliotrema scatophagi	0,72	9,03	0,55	23,29	83,35
Caligidae gen. et sp. indet.	0,55	4,31	0,41	11,11	94,47

Epinephelus coioides und *E. areolatus* von 2009 der Segara Anakan.

SIMPER
Similarity Percentages - species contributions

One-Way Analysis

Parameters
Resemblance: S17 Bray Curtis similarity
Cut off for low contributions: 90,00%

Group Epinephelus coioides
Average similarity: 33,32

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Pseudorhabdosynochus lantauensis	1,57	18,92	1,27	56,80	56,80
Didymodiclinus sp.	0,47	4,16	0,39	12,49	69,29
Zeylanicobdella arugamensis	0,47	3,49	0,42	10,47	79,76
Spirophilometra sp.	0,35	1,41	0,26	4,24	84,00
Bothriocephalus sp.	0,33	1,19	0,26	3,58	87,59
Philometra sp.	0,24	1,07	0,22	3,21	90,79

Group Epinephelus areolatus
Average similarity: 50,40

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Anisakis typica	0,89	24,37	1,07	48,35	48,35
Hatschekia sp.	0,81	16,58	0,85	32,89	81,24
Gnathiidae gen. et sp. indet.	0,64	9,31	0,59	18,48	99,72

Groups Epinephelus coioides & Epinephelus areolatus
Average dissimilarity = 97,88

	Group Epinephelus coioides	Group Epinephelus areolatus				
Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Pseudorhabdosynochus lantauensis	1,57	0,00	20,59	1,54	21,04	21,04
Anisakis typica	0,00	0,89	13,01	1,44	13,29	34,33
Hatschekia sp.	0,00	0,81	11,16	1,25	11,40	45,73
Gnathiidae gen. et sp. indet.	0,15	0,64	8,61	0,99	8,79	54,52
Didymodiclinus sp.	0,47	0,00	7,77	0,65	7,94	62,46
Zeylanicobdella arugamensis	0,47	0,00	6,52	0,77	6,67	69,13
Pennelidae gen. et sp. indet. II	0,44	0,00	5,44	0,44	5,56	74,69
Spirophilometra sp.	0,35	0,00	4,54	0,57	4,64	79,33
Southwellina cf. hispida	0,29	0,04	4,08	0,55	4,17	83,50
Prosorhynchus sp. I	0,26	0,09	3,96	0,49	4,04	87,54
Bothriocephalus sp.	0,33	0,00	3,84	0,58	3,92	91,46

Epinephelus coioides und *E. areolatus* von 2009 aus Bali.

SIMPER
Similarity Percentages - species contributions

One-Way Analysis

Parameters
Resemblance: S17 Bray Curtis similarity
Cut off for low contributions: 90,00%

Group Epinephelus coioides
Average similarity: 27,44

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Pseudorhabdosynochus lantauensis	0,95	12,99	0,70	47,32	47,32
Pennelidae gen. et sp. indet. II	0,56	4,07	0,39	14,84	62,16
Philometra sp.	0,41	4,01	0,37	14,63	76,79
Prosorhynchus sp. I	0,37	2,86	0,29	10,43	87,21
Spirophilometra sp.	0,33	1,62	0,26	5,89	93,11

Group Epinephelus areolatus
Average similarity: 55,93

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Didymodiclinus sp.	1,90	25,33	4,46	45,29	45,29
Hatschekia sp.	1,08	10,98	1,10	19,64	64,93
Anisakis typica	1,04	9,17	0,98	16,39	81,32
Gnathiidae gen. et sp. indet.	0,80	5,76	0,76	10,29	91,61

Groups Epinephelus coioides & Epinephelus areolatus
Average dissimilarity = 90,22

	Group Epinephelus coioides	Group Epinephelus areolatus				
Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Didymodiclinus sp.	0,20	1,90	17,36	2,45	19,24	19,24
Hatschekia sp.	0,00	1,08	11,00	1,51	12,19	31,43
Anisakis typica	0,00	1,04	10,01	1,37	11,09	42,52
Pseudorhabdosynochus lantauensis	0,95	0,03	9,19	1,08	10,19	52,71
Gnathiidae gen. et sp. indet.	0,14	0,80	7,41	1,14	8,21	60,92
Pennelidae gen. et sp. indet. II	0,56	0,50	6,84	0,96	7,58	68,50
Raphidascaris sp.	0,25	0,46	4,97	0,86	5,51	74,02
Philometra sp.	0,41	0,10	4,27	0,78	4,74	78,75
Prosorhynchus sp. I	0,37	0,00	3,85	0,62	4,27	83,02
Spirophilometra sp.	0,33	0,00	3,05	0,57	3,38	86,40
Prosorhynchus sp. II	0,00	0,32	2,86	0,50	3,17	89,58
Serrasentis sagittifer	0,00	0,17	1,60	0,42	1,77	91,34

Epinephelus fuscoguttatus von 2007/08 und 2008/09 aus den Tausend Inseln.

SIMPER
Similarity Percentages - species contributions

One-Way Analysis

Parameters
Resemblance: S17 Bray Curtis similarity
Cut off for low contributions: 90,00%

Group R 07/08
Average similarity: 40,15

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Pseudorhabdosynochus lantauensis	1,64	32,98	1,23	82,15	82,15
Benedenia epinepheli	0,53	4,42	0,40	11,02	93,17

Group R 08/09
Average similarity: 62,57

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Pseudorhabdosynochus lantauensis	2,09	58,24	3,79	93,08	93,08

Groups R 07/08 & R 08/09
Average dissimilarity = 51,14

Species	Group R 07/08 Av.Abund	Group R 08/09 Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Pseudorhabdosynochus lantauensis	1,64	2,09	18,86	0,95	36,89	36,89
Benedenia epinepheli	0,53	0,24	9,03	0,85	17,66	54,55
Raphidascaris sp.	0,35	0,31	7,48	0,78	14,62	69,17
Zeylanicobdella arugamensis	0,00	0,19	2,98	0,43	5,83	75,01
Scolex pleuronectis	0,15	0,04	2,68	0,37	5,24	80,25
Lecithochirium magnaporum	0,12	0,06	2,61	0,41	5,10	85,35
Didymozoidae gen. et sp. indet.	0,15	0,00	2,00	0,39	3,90	89,25
Nematoda indet. I	0,09	0,06	1,75	0,37	3,42	92,67

Epinephelus fuscoguttatus von 2003/04 und 2008/09 aus den Tausend Inseln.

SIMPER
Similarity Percentages - species contributions

One-Way Analysis

Parameters
Resemblance: S17 Bray Curtis similarity
Cut off for low contributions: 90,00%

Group R 03/04
Average similarity: 62,31

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Pseudorhabdosynochus spp.	3,43	37,31	5,34	59,88	59,88
Raphidascaris sp. I	1,14	9,67	1,40	15,52	75,40
Terranova sp.	0,68	4,08	0,67	6,55	81,94
Prosorhynchus cf. crucibulum	0,78	3,34	0,53	5,35	87,30
Enenteridae gen. et sp. indet.	0,63	3,25	0,58	5,21	92,51

Group R 08/09
Average similarity: 63,68

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Pseudorhabdosynochus spp.	2,09	59,39	3,74	93,26	93,26

Groups R 03/04 & R 08/09
Average dissimilarity = 58,55

Species	Group R 03/04 Av.Abund	Group R 08/09 Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Pseudorhabdosynochus spp.	3,43	2,09	12,34	1,73	21,07	21,07
Raphidascaris sp. I	1,14	0,31	8,22	1,55	14,04	35,11
Prosorhynchus cf. crucibulum	0,78	0,00	6,36	0,91	10,87	45,98
Terranova sp.	0,68	0,00	6,08	1,08	10,39	56,37
Prosorhynchussp. I	0,65	0,03	5,45	0,83	9,30	65,67
Enenteridae gen. et sp. indet.	0,63	0,00	5,41	0,99	9,24	74,91
Allopodocotyle epinepheli	0,45	0,00	3,78	0,59	6,45	81,36
Scolex pleuronectis	0,28	0,04	2,70	0,60	4,62	85,98
Benedenia epinepheli	0,00	0,24	1,99	0,49	3,41	89,38
Zeylanicobdella arugamensis	0,00	0,19	1,58	0,44	2,69	92,08

Epinephelus coioides von 2007/08 und 2008/09 aus der Segara Anakan (3).

SIMPER
Similarity Percentages - species contributions

One-Way Analysis

Parameters
Resemblance: S17 Bray Curtis similarity
Cut off for low contributions: 90,00%

Group R 07/08
Average similarity: 40,26

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Pseudorhabdosynochus lantauensis	2,31	30,92	1,82	76,80	76,80
Spirophilometra sp.	0,55	3,10	0,45	7,71	84,51
Alcirona sp.	0,44	1,69	0,31	4,19	88,70
Pennelidae gen. et sp. indet. 1	0,37	1,31	0,28	3,26	91,96

Group R 08/09
Average similarity: 48,25

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Pseudorhabdosynochus lantauensis	1,99	36,91	2,16	76,49	76,49
Gnathiidae gen. et sp. indet.	0,45	3,59	0,41	7,45	83,94
Philometra sp.	0,41	2,57	0,34	5,33	89,27
Didymodiclinus sp.	0,39	2,41	0,30	5,00	94,26

Groups R 07/08 & R 08/09
Average dissimilarity = 60,29

	Group R 07/08	Group R 08/09				
Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Pseudorhabdosynochus lantauensis	2,31	1,99	14,11	1,17	23,41	23,41
Spirophilometra sp.	0,55	0,40	6,84	0,94	11,35	34,76
Didymodiclinus sp.	0,24	0,39	5,86	0,71	9,72	44,48
Philometra sp.	0,25	0,41	5,52	0,78	9,15	53,63
Gnathiidae gen. et sp. indet.	0,09	0,45	5,14	0,78	8,52	62,16
Alcirona sp.	0,44	0,00	4,49	0,57	7,45	69,61
Pennelidae gen. et sp. indet. 1	0,37	0,00	3,72	0,58	6,17	75,78
Nematoda indet. I	0,27	0,00	2,78	0,52	4,62	80,40
Pennelidae gen. et sp. indet. II	0,27	0,03	2,73	0,51	4,53	84,92
Microsporidae gen. et sp. indet.	0,00	0,24	2,63	0,40	4,36	89,28
Southwellina cf. hispida	0,09	0,03	1,33	0,33	2,21	91,49

Epinephelus coioides von 2004 und 2008/09 aus der Segara Anakan (3).

SIMPER
Similarity Percentages - species contributions

One-Way Analysis

Parameters
Resemblance: S17 Bray Curtis similarity
Cut off for low contributions: 90,00%

Group T 04
Average similarity: 66,07

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Pseudorhabdosynochus sp.	2,79	32,52	3,87	49,22	49,22
Didymodiclinus sp.	1,44	12,97	1,48	19,63	68,85
Pennelidae gen. et sp. indet. 1	1,37	9,26	1,01	14,02	82,86
Spirophilometra sp.	0,86	6,35	0,94	9,61	92,48

Group R 08/09
Average similarity: 46,68

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Pseudorhabdosynochus sp.	1,99	33,47	2,10	71,70	71,70
Gnathiidae gen. et sp. indet.	0,45	3,34	0,41	7,15	78,86
Trichodina sp.	0,47	2,97	0,41	6,37	85,23
Philometra sp.	0,41	2,26	0,34	4,84	90,06

Groups T 04 & R 08/09
Average dissimilarity = 56,61

Species	Group T 04 Av.Abund	Group R 08/09 Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Pennelidae gen. et sp. indet. 1	1,37	0,00	10,79	1,36	19,06	19,06
Didymodiclinus sp.	1,44	0,39	9,97	1,64	17,61	36,67
Pseudorhabdosynochus sp.	2,79	1,99	9,55	1,31	16,87	53,54
Spirophilometra sp.	0,86	0,40	6,40	1,31	11,30	64,84
Trichodina sp.	0,73	0,47	6,05	1,06	10,69	75,53
Gnathiidae gen. et sp. indet.	0,00	0,45	3,65	0,79	6,44	81,97
Philometra sp.	0,11	0,41	3,60	0,74	6,35	88,32
Bothriocephalus sp.	0,26	0,00	2,31	0,57	4,09	92,41

Scatophagus argus von 2007/08 und 2008/09 aus der Segara Anakan (3).

SIMPER
Similarity Percentages - species contributions

One-Way Analysis

Parameters
Resemblance: S17 Bray Curtis similarity
Cut off for low contributions: 90,00%
Group R 07/08
Average similarity: 45,29

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Metahaliotrema scatophagi	1,26	17,26	1,23	38,11	38,11
Caligus acanthophagri	1,11	15,83	1,24	34,96	73,07
Caligidae gen. et sp. indet.	0,67	5,28	0,47	11,66	84,73
Cymothoa elegans	0,50	4,08	0,46	9,01	93,74

Group R 08/09
Average similarity: 35,13

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Metahaliotrema scatophagi	1,08	15,02	1,05	42,75	42,75
Cymothoa elegans	0,58	7,35	0,61	20,93	63,68
Digenea indet.	0,80	5,22	0,46	14,86	78,54
Filisoma rizalinum	0,38	2,10	0,35	5,97	84,51
Paradiscogaster farooqii	0,46	1,71	0,29	4,86	89,37
Caligus acanthophagri	0,34	1,49	0,22	4,24	93,61

Groups R 07/08 & R 08/09
Average dissimilarity = 67,18

	Group R 07/08	Group R 08/09				
Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Caligus acanthophagri	1,11	0,34	10,81	1,45	16,09	16,09
Metahaliotrema scatophagi	1,26	1,08	8,82	1,08	13,13	29,22
Digenea indet.	0,00	0,80	8,15	0,82	12,13	41,35
Caligidae gen. et sp. indet.	0,67	0,23	7,86	0,93	11,70	53,04
Filisoma rizalinum	0,47	0,38	6,84	0,85	10,18	63,22
Cymothoa elegans	0,50	0,58	6,56	1,02	9,76	72,98
Paradiscogaster farooqii	0,11	0,46	5,03	0,66	7,49	80,47
Cucullanus sp.	0,11	0,32	3,56	0,70	5,30	85,77
Microsporea gen. et sp. indet.	0,30	0,00	3,32	0,55	4,94	90,71

Scatophagus argus von 2004 und 2008/09 aus der Segara Anakan (3).

SIMPER
Similarity Percentages - species contributions

One-Way Analysis

Parameters
Resemblance: S17 Bray Curtis similarity
Cut off for low contributions: 90,00%

Group T 04
Average similarity: 59,50

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Metahaliotrema scatophagi	1,66	17,67	1,61	29,69	29,69
Caligus acanthophagri	1,11	12,11	1,42	20,35	50,05
Ergasilus sp. III	1,26	9,86	1,04	16,57	66,62
Caligidae gen. et sp. indet.	0,98	9,42	1,12	15,84	82,45
Thysanote sp.	0,75	6,16	0,84	10,35	92,80

Group R 08/09
Average similarity: 35,80

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Metahaliotrema scatophagi	1,08	12,72	1,06	35,54	35,54
Cymothoa elegans	0,58	5,89	0,62	16,47	52,01
Trichodina sp.	0,65	5,37	0,54	15,01	67,02
Digenea indet.	0,80	5,02	0,46	14,03	81,05
Filisoma rizalinum	0,38	1,91	0,35	5,34	86,39

Paradiscogaster farooqii	0,46	1,60	0,29	4,47	90,86

Groups T 04 & R 08/09
Average dissimilarity = 71,79

Species	Group T 04 Av.Abund	Group R 08/09 Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Ergasilus sp. III	1,26	0,11	9,59	1,43	13,35	13,35
Metahaliotrema scatophagi	1,66	1,08	8,23	1,13	11,46	24,81
Caligus acanthophagri	1,11	0,34	8,07	1,49	11,24	36,06
Caligidae gen. et sp. indet.	0,98	0,23	7,40	1,33	10,31	46,37
Digenea indet.	0,00	0,80	6,65	0,80	9,26	55,63
Thysanote sp.	0,75	0,00	5,98	1,32	8,34	63,97
Trichodina sp.	0,00	0,65	5,51	0,92	7,67	71,64
Filisoma rizalinum	0,59	0,38	5,18	1,01	7,22	78,86
Cymothoa elegans	0,31	0,58	4,91	1,01	6,84	85,70
Paradiscogaster farooqii	0,06	0,46	3,73	0,64	5,20	90,90

Epinephelus coioides gehälterter und freilebender Fische aus Sumatra vs. Segara Anakan (3, 4 und Bali).

SIMPER
Similarity Percentages - species contributions

One-Way Analysis

Parameters
Resemblance: S17 Bray Curtis similarity
Cut off for low contributions: 90,00%

Group freilebend
Average similarity: 33,17

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Pseudorhabdosynochus lantauensis	1,55	23,02	1,20	69,39	69,39
Philometra sp.	0,35	2,46	0,32	7,42	76,82
Didymodiclinus sp.	0,36	2,21	0,28	6,65	83,47
Spirophilometra sp.	0,36	1,82	0,29	5,48	88,95
Gnathiidae gen. et sp. indet.	0,26	1,14	0,23	3,43	92,38

Group gehältert
Average similarity: 69,54

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Pseudorhabdosynochus lantauensis	3,01	26,02	6,00	37,41	37,41
Prosorhynchus luzonicus	2,48	21,30	5,55	30,63	68,04
Benedenia sp.	1,42	10,55	2,00	15,17	83,21
Capsalidae indet.	1,22	7,40	1,22	10,65	93,86

Groups freilebend & gehältert
Average dissimilarity = 78,52

Species	Group freilebend Av.Abund	Group gehältert Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Prosorhynchus luzonicus	0,00	2,48	17,14	4,51	21,83	21,83
Pseudorhabdosynochus lantauensis	1,55	3,01	11,07	1,48	14,10	35,93
Benedenia sp.	0,00	1,42	9,71	2,49	12,37	48,30
Capsalidae indet.	0,00	1,22	8,20	1,66	10,45	58,75

Prosorhynchus sp. I	0,19	0,55	3,90	0,89	4,97	63,71
Microsporidae gen. et sp. indet.	0,09	0,53	3,56	0,70	4,53	68,25
Didymodiclinus sp.	0,36	0,00	2,43	0,60	3,10	71,34
Philometra sp.	0,35	0,00	2,38	0,66	3,03	74,37
Spirophilometra sp.	0,36	0,00	2,35	0,61	2,99	77,36
Pennelidae gen. et sp. indet. II	0,32	0,00	2,04	0,43	2,59	79,96
Scolex pleuronectis	0,00	0,30	1,95	0,56	2,48	82,44
Gnathiidae gen. et sp. indet.	0,26	0,00	1,71	0,53	2,18	84,62
Raphidascaris sp. 1	0,12	0,15	1,53	0,53	1,95	86,57
Hysterothylacium sp. 1	0,00	0,20	1,48	0,44	1,88	88,45
Serrasentis sagittifer	0,00	0,18	1,17	0,44	1,49	89,94
Zeylanicobdella arugamensis	0,15	0,00	0,98	0,38	1,24	91,19

Epinephelus fuscoguttatus gehälterter und freilebender Fische von den Tausend Inseln und Sumatra.

SIMPER
Similarity Percentages - species contributions

One-Way Analysis

Parameters
Resemblance: S17 Bray Curtis similarity
Cut off for low contributions: 90,00%

Group freilebend
Average similarity: 58,78

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Pseudorhabdosynochus lantauensis	3,54	39,26	3,57	66,79	66,79
Capsalidae indet.	0,92	5,47	0,89	9,31	76,10
Benedenia epinepheli	0,72	4,07	0,66	6,92	83,02
Trichodina sp.	1,24	3,27	0,52	5,56	88,58
Microsporea gen. et sp. indet.	0,72	2,80	0,52	4,77	93,35

Group gehältert
Average similarity: 62,57

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Pseudorhabdosynochus lantauensis	2,09	58,24	3,79	93,08	93,08

Groups freilebend & gehältert
Average dissimilarity = 58,95

	Group freilebend	Group gehältert				
Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Pseudorhabdosynochus lantauensis	3,54	2,09	13,62	1,67	23,10	23,10
Trichodina sp.	1,24	0,03	8,55	0,73	14,50	37,60
Capsalidae indet.	0,92	0,00	7,22	1,34	12,24	49,84
Benedenia epinepheli	0,72	0,24	6,12	1,08	10,38	60,22
Microsporea gen. et sp. indet.	0,72	0,00	5,61	0,89	9,52	69,74
Scolex pleuronectis	0,60	0,04	5,27	0,85	8,93	78,67
Raphidascaris sp. 1	0,18	0,31	3,49	0,72	5,92	84,59
Terranova sp	0,27	0,00	2,05	0,57	3,47	88,06
Parotobothrium balli	0,21	0,00	1,63	0,48	2,76	90,8

Anhang 15: Ergebnisse der Ähnlichkeitssanalyse (ANOSIM) für die untersuchten *Epinephelus coioides* sämtlicher Probennahmen im Vergleich. Getestet wurden die verschiedenen Probennahmen auf Ähnlichkeit innerhalb der Fischart. B: Bali, SA: Segara Anakan.

ANOSIM		***Epinephelus coioides***				
Probennahme		**SA 3 2008/09**	**SA 4 2008**	**SA 4 2008/09**	**B 2008**	**B 2009**
SA 3 2007/08	R	0,146	0,085	0,085	0,342	0,244
	Signifikanz (%)	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1
SA 3 2008/09	R	–	0,171	0,266	0,343	0,122
	Signifikanz (%)	–	0,1	0,1	0,1	0,1
SA 4 2008	R	–	–	0,133	0,399	0,186
	Signifikanz (%)	–	–	0,1	0,1	0,1
SA 4 2008/09	R	–	–	–	0,399	0,186
	Signifikanz (%)	–	–	–	0,1	0,1
B 2008	R	–	–	–	–	0,248
	Signifikanz (%)	–	–	–	–	0,1

Anhang 16: Ergebnisse der Ähnlichkeitsanalyse (ANOSIM) einzeln für die untersuchten *Epinephelus areolatus* und *E. fuscoguttatus*. Getestet wurde die jeweilige Probennahme auf Ähnlichkeit innerhalb der jeweiligen Fischart. B: Bali, PS: Pulau Seribu (Tausend Inseln), SA: Segara Anakan.

ANOSIM	***Epinephelus areolatus***		***Epinephelus fuscoguttatus***		
Probennahme		**B 2009**	**Probennahme**		**PS 2008/09**
SA 4 2009	R	0,563	**PS 2007/08**	R	0,06
	Signifikanz (%)	0,1		Signifikanz (%)	0,7

Anhang 17: Ergebnisse der Ähnlichkeitsanalyse (ANOSIM) für die untersuchten *Scatophagus argus* sämtlicher Probennahmen im Vergleich. Getestet wurden die verschiedenen Probennahmen auf Ähnlichkeit innerhalb der Fischart. SA: Segara Anakan.

ANOSIM		***Scatophagus argus***	
Probennahme		**SA 3 2008/09**	**SA 4 2008**
SA 3 2007/08	R	0,185	0,025
	Signifikanz (%)	0,1	20,2
SA 3 2008/09	R	–	0,053
	Signifikanz (%)	–	7,0

Anhang 18: Ergebnisse der Ähnlichkeitsanalyse (ANOSIM) für die untersuchten *Epinephelus coioides* und *E. areolatus* der Probennahmen der Segara Anakan und Bali im Vergleich. Getestet wurden die verschiedenen Probennahmen auf Ähnlichkeit zwischen den beiden Fischarten, im selben Gebiet und Jahr. B: Bali, SA: Segara Anakan.

ANOSIM			
Epinephelus coioides		***Epinephelus areolatus***	
Probennahme		**E.a. SA 4 2009**	**E.a. B 2009**
E.c._SA 4 2008/09	R	0,745	–
	Signifikanz (%)	0,1	–
E.c._B 2009	R	–	0,635
	Signifikanz (%)	–	0,1

Anhang 19: Ergebnisse der Ähnlichkeitsanalyse (ANOSIM) für die Vergleichsdatensätze vorangegangener Arbeiten in 2003/04 und 2004 mit den der untersuchten *Epinephelus coioides* (von 2008/09), *E. fuscoguttatus* (von 2008/09) und *Scatophagus argus* (von 2008/09) der jeweils selben Gebiete. Getestet wurden die verschiedenen Probennahmen auf Ähnlichkeit innerhalb der Fischart. PS: Pulau Seribu (Tausend Inseln), SA: Segara Anakan.

ANOSIM	***Epinephelus coioides***		***E. fuscoguttatus***			***Scatophagus argus***		
Probennahme		**SA 3 2008/09**	**Probennahme**		**PS 2008/09**	**Probennahme**		**SA 3 2008/09**
SA 3 2004	R	0,268	**PS 2003/04**	R	0,766	**SA 3 2004**	R	0,643
	Signifikanz (%)	0,1		Signifikanz (%)	0,1		Signifikanz (%)	0,1

Erklärung

Hiermit erkläre ich an Eides statt, dass ich die vorliegende Dissertation – abgesehen von der Beratung durch meine akademischen Lehrer – nach Inhalt und Form selbst verfasst habe. Es wurden keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel und Quellen verwendet.

Diese Arbeit wurde weder ganz, noch zum Teil einer anderen Stelle im Rahmen eines Prüfungsverfahrens vorgelegt.

Bremen, den.....
.....
Sonja Kleinertz