

Massenaufreten mediterraner Quallen — Mögliche Ursachen und Folgen. von Reinhard Kikinger, Wien

1. Einleitung

Quallenschwärme, die seit etwa 10 Jahren in verschiedenen Teilen des Mittelmeeres gehäuft auftreten, führten zu steigendem Interesse an dieser Tiergruppe. Massenaufreten von Quallen sind zwar bereits seit dem 19. Jh. bekannt, die Irregularität dieser Ereignisse, das Fehlen genauer Daten und der komplizierte Entwicklungszyklus der Medusen erschweren jedoch Erklärung und Prognose dieser starken Populationschwankungen. Um eine systematische Erforschung dieser Phänomene auf internationaler Ebene in Gang zu bringen, wurde 1983 von der UNEP („United Nations Environment Programme“) dieser Themenkreis in ihr laufendes Forschungsprogramm über die Verschmutzung des Mittelmeeres (MED POL — PHASE II) aufgenommen. Der hier vorliegende Beitrag umfaßt einen Überblick der bisher gewonnenen Erkenntnisse sowie eigene Forschungsergebnisse.

2. Biologie der Scyphozoa

Um die Gruppe der Scyphozoa, deren Vertreter in den letzten Jahren durch Massenaufreten für großes Aufsehen sorgten, etwas näher zu bringen, möchte ich eine kurze Zusammenfassung ihrer Systematik, Anatomie und Entwicklung an den Beginn stellen.

2.1. Systematik und Anatomie

Die Scyphozoa oder Schirmquallen werden nach Kramp (1961) und Werner (1975) wie folgt gegliedert:

Klasse: Scyphozoa HAECKEL 1891

1.0.: Stauromedusae (Stielquallen)

2.0.: Coronatae (Tiefseequallen)

3.0.: Semaestomae (Fahnenquallen)

4.0.: Rhizostomae (Wurzelmundquallen)

Ursprünglich wurden als 2. Ordnung der Scyphozoa die Cubomedusae (Würfel- od. Feuerquallen) geführt. Untersuchungen von Werner (1975) an *Tripedalia cystophora* zeigten jedoch erhebliche Abweichungen von Bauplan und Entwicklung der Scyphozoa, sodaß die Cubozoa in den Rang einer eigenen Klasse erhoben und zwischen den Hydrozoa und Scyphozoa eingeordnet wurden.

Für die Anatomie der Scyphozoa ist die streng tetramere Radiärsymmetrie typisch, die bereits äußerlich auffällt und sowohl bei der Meduse wie beim Polypen die Gliederung des Gastrovaskularsystems prägt. Die vor allem auf Hartböden lebenden Polypen

sind nur wenige Millimeter groß, vermehren sich vegetativ durch Knospenbildung und Strobilation und sind mit Ausnahme der stockbildenden Polypen von *Nausithöe* solitär. Die dem Beutefang dienenden, nematozytenreichen Tentakel sind stets unverzweigt und kranzförmig um das Mundfeld herum angeordnet.

Die wesentlich größeren Medusen erreichen Schirmdurchmesser von wenigen Zentimetern bis über 1 Meter, ihr Verbreitungsgebiet erstreckt sich von den Tropen bis in polare Gewässer. Der Schirmrand ist meist gelappt und trägt, außer bei den Rhizostomae, Fangtentakel. Zwischen den Randlappen wechseln mit den Tentakeln meist 8 Sinneskolben ab. Es sind dies marginale Sinnesorgane (Mechanorezeptoren, Ocellen, Chemorezeptoren), die am Ort der sich rückbildenden polypoiden oder larvalen Tentakel differenziert werden. Das zu 4 einfachen oder verzweigten Mundlappen ausgezogene Manubrium (Magenstiel) führt zu einem zentralen Gastralraum, der in den 4 Ordnungen unterschiedlich differenziert ist. Scyphomedusen sind überwiegend getrenntgeschlechtlich, die Gonaden liegen stets in den entodermalen Epithelien des Gastralraumes oder dessen Taschen. Die Mesogloea (Stützgallerte) ist meist mächtig entwickelt und enthält aus dem Entoderm stammende Zellen.

2.2. Entwicklungszyklus

Medusen sind die dominierende Phase im metagene-

tischen Zyklus der Scyphozoa, von denen über 250 rein marine Arten bekannt sind. Die Entstehung der Medusen durch mono- oder polydiske Strobilation, bei der eine oder mehrere scheibenförmige, Ephyra genannte Larven durch distale Querteilung des Scyphopolypen freigesetzt werden, ist kennzeichnend für die Klasse; es gibt jedoch auch mehrere Abweichungen von diesem Entwicklungsgang. Bei *Pelagia noctiluca* (O. Semaestomae) fehlt die Polypengeneration, die Planula-Larven entwickeln sich direkt über Ephyren zu Medusen. Umgekehrt bilden einige Coronatae keine Medusen, sondern es erreichen bereits die Ephyren die Geschlechtsreife (Neotenie). Einen weiteren Sonderfall stellen die Stauromedusae dar, deren Polyp sich direkt in eine sessile Meduse umwandelt, die sich mit einem an der Exumbrella entspringendem Stiel am Substrat festheftet und äußerlich einem Polypen gleicht.

Abgesehen von diesen Sonderfällen umfaßt der Entwicklungszyklus der Scyphozoa üblicherweise einen Generationswechsel zwischen ungeschlechtlicher Polypengeneration und geschlechtlicher Medusengeneration. Die gonochoristischen Medusen produzieren Larven, die Planulae, welche sich nach einigen Tagen planktonischer Lebensweise am Substrat festsetzen und zu Polypen, den Scyphistomae, heranwachsen. Diese vermehren sich vegetativ durch terminale Abschnürung (Strobilation) und laterale Knospung. Die Knospen, die nach Loslösung vom Mutterpolypen ihrerseits wieder zu Polypen werden,

sind von großer reproduktiver Bedeutung und für das Massenaufreten verschiedener Quallenarten höchstwahrscheinlich mitverantwortlich. Die durch Strobilation freikommanden Larven, die Ephyren, sind Planktonorganismen und wachsen zu Medusen heran, womit der Kreislauf geschlossen ist. Als Beispiel möge die jahreszeitlich fixierte und einjährige Metagenese von *Cotylorhiza tuberculata* dienen, einer häufigen Rhizostomae des Mittelmeeres.

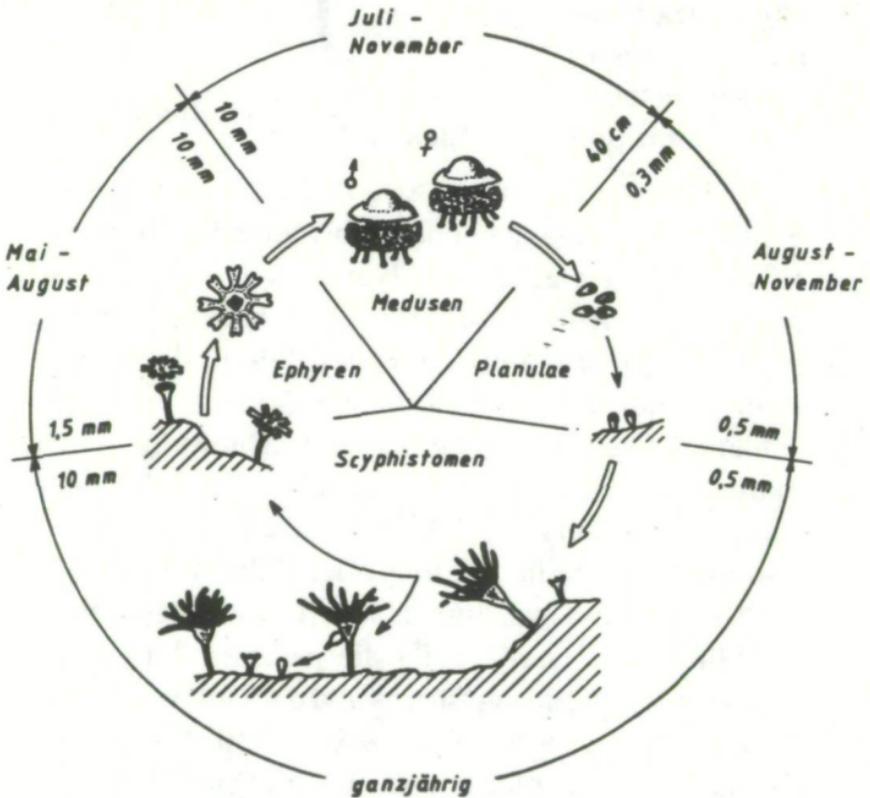


Abb. 1: Entwicklungszyklus von *Cotylorhiza tuberculata* in der Bucht von Vlyho (Griechenland)

3. Massenaufreten

Es sind fast immer Vertreter der Scyphozoa gemeint, wenn von Quallenmassenaufreten die Rede ist. Etwa 12 Arten von Scyphomedusen sind im Mittelmeer bekannt (Tregouboff & Rose, 1957), davon sind 5 Arten als häufig einzustufen. Es sind dies:

Pelagia noctiluca (Leuchtqualle)	}	O. Semaestomae
Aurelia aurita (Ohrenqualle)		
Chrysaora hysoscella (Kompaßqualle)		
Cotylorhiza tuberculata (Knollenqualle)	}	O. Rhizostomae
Rhizostoma pulmo (Lungenqualle)		

Von den 5 genannten Arten sind 4 durch ihre benthische (bodenlebende) Polypengeneration an Küstengewässer gebunden. Nur *Pelagia noctiluca* ist holoplanktisch und diese Art ist es auch, die durch ihre starke Vermehrung in den letzten Jahren das meiste Interesse auf sich zog. Vor allem in der Adria war ihre zahlenmäßige Zunahme und Verbreitung nach Norden auffällig: vor 1976 praktisch nicht vorhanden, trat sie ab diesem Zeitpunkt in der südlichen Adria auf und breitete sich in den folgenden Jahren bis in den Golf von Triest aus. Ihre Hauptverbreitungsgebiete im Mittelmeer waren 1983 die gesamte Adria, vor allem die Küste entlang Istriens und der Golf von Triest, ferner die Gewässer um Sizilien und Malta, die Ostküste Griechenlands und einige Ägäische Inseln, die Cote d'Azur bis zur Ligurischen Küste und das Gebiet der Balearen.

3. 1. Mögliche Ursachen

a) Klimatische Faktoren

Bei der Untersuchung mariner Populationen sollten natürliche Schwankungen mit langer Periode nicht außer Acht gelassen werden, da deren Folgen irrtümlich anderen vermeintlichen Ursachen, z. B. der Verschmutzung, zur Gänze zugeschrieben werden könnten. Für den Nord Atlantik sind solche Schwankungen bekannt, die Analyse langjähriger hydrographischer Daten (Salinität, Temperatur) ergibt Zyklen mit Perioden von 3 — 4, 6 — 7, 10 — 11, 18 — 20 und 100 Jahren (Gray & Christie, 1983). Physikalisch werden diese Zyklen durch Witterungseinflüsse (Colebrook & Taylor, 1982) sowie durch Unregelmäßigkeiten der Erdrotation und der Mondzeiten (Maximov, 1952, 1959) erklärt. Am besten untersucht ist der 11-Jahreszyklus. Dieser Sonnenfleckzyklus wurde bis 647 v. Chr. zurückverfolgt und kann genau vorhergesagt werden (Ottestad, 1979). Diese Zyklen können durch geringe Temperatur- und Salinitätsänderungen Planktongemeinschaften vielfältig beeinflussen. Vor allem opportunistische Arten, zu denen die Scyphozoa zu rechnen sind, können bereits auf schwache Änderungen ihrer Umwelt mit raschem und starkem Anstieg ihrer Populationsdichte reagieren.

Auch im Mediterran sind langjährige Zyklen der Wasserbewegung bekannt. In Ingressionsjahren, die eine Periode von 9 Jahren aufweisen, strömt wärme-

res und salzhaltigeres Wasser aus südlichen Teilen des Mittelmeeres während des Winters in die Nordadria. Zuletzt war dies in den Jahren 1974 — 1977 der Fall, also in einer Periode, die mit der Zunahme der *Pelagia*-Population in der Adria zusammenfällt (UNEP, 1985).

In diesen Ingressionsjahren führt die höhere Temperatur des Oberflächenwassers (14 - 15° C) möglicherweise dazu, daß *Pelagia noctiluca* nicht wie in kaltem Wasser ihre Schwimmaktivität reduziert und zu Boden sinkt, sondern sowohl in lokomotorischer als auch reproduktiver Hinsicht aktiv bleibt (Rottini-Sandrini, 1982). In diesem Zusammenhang ist auch die Bedeutung eines milden Winters zu sehen, der ebenfalls zum Ansteigen der nächstjährigen Medusenpopulation führen kann.

Als weitere Möglichkeit lokaler Populationszunahme wird der Transport der Medusen und deren Larven aus weiter entfernten Meeresgebieten durch Strömungen angesehen. So etwa durch das Levantinische Zwischenwasser, das *Pelagia noctiluca* aus dem Ostmediterran in die Adria transportiert haben könnte, wo diese Medusen gute Bedingungen für ihre Massenvermehrung vorfinden (UNEP, 1985). Sogar der Import aus dem Atlantik, und zwar aus dem Bereich der Azoren, wird für möglich gehalten; es sind dies jedoch Vermutungen, für die es keine konkreten Belege gibt, wie überhaupt noch vieles in der Populationsentwicklung der Medusen nicht erklärt werden kann. So erfolgte beispielsweise an der

SW-Küste Schwedens innerhalb der letzten Jahre eine interspezifische Dominanzverschiebung von *Cyanea capillata* zu *Aurelia aurita*: während vor etwa 15 Jahren *Cyanea* die häufigste Scyphomeduse in diesem Gebiet war, so ist es heute *Aurelia*, *Cyanea* ist nahezu verschwunden (Hernroth & Gröndahl, 1983). Die Ursachen dafür sind ebenso unbekannt wie für die Tatsache, daß die kosmopolitische *Aurelia* zwar in weiten Teilen des Mittelmeeres, nicht jedoch in der Adria anzutreffen ist.

b) Ökologische Faktoren

Von allen anthropogenen Einflüssen, die als fördernd für Quallenmassenaufreten denkbar sind, ist die Eutrophierung vieler Küstengewässer an erster Stelle zu nennen. Die Art und Weise, wie durch Eutrophierung anorganische und organische Nährstoffe sowie zusätzliches Zooplankton für marine Konsumenten verfügbar werden, wurde von Wilkerson & Dugdale (1984) zusammengefaßt:

— direkte Verfügbarkeit von anorganischem Stickstoff: Bestimmte Medusen (z. B. *Cotylorhiza*, *Cassiopea*, *Mastigias*) besitzen in ihrem Entoderm und der Mesogloea symbiotische Algen, die Zooxanthellen. Diese ermöglichen ihren Wirtsmedusen die direkte Aufnahme und Inkorporation von Ammonium aus dem umgebenden Wasser (Muscatine & Marian, 1982). Da die Zooxanthellen einen Teil ihrer Photosyntheseprodukte und Aminosäuren an ihre Symbiosepartner abgeben (Lewis & Smith, 1971), steht diesen

Medusen eine zusätzliche Energiequelle für Wachstum und Metabolismus zur Verfügung, das Ammonium ist sozusagen der Dünger für die Zooxanthellen.

— indirekte Verfügbarkeit von anorganischem Stickstoff:

Ammonium und Nitrat sind die Hauptstickstoffquellen für das Phytoplankton. Ein erhöhtes Angebot dieser Nährstoffe führt über mehr Phytoplankton zu mehr herbivorem Zooplankton, das seinerseits als Futter für Quallen dient. Untersuchungen im Saronischen Golf, Griechenland, bestätigen diesen Zusammenhang zwischen Eutrophierung, erhöhter Primärproduktion und der Dynamik der nachfolgenden Glieder der Nahrungskette (Becacos-Kontos & Dugdale, 1971; Dugdale & Hopkins, 1978).

— Verfügbarkeit von gelöstem organischem Material (DOM):

DOM (dissolved organic matter), in der Hauptsache Glucose und verschiedene Aminosäuren, wird von vielen marinen Evertebraten absorbiert. Besonders die gallertigen Quallen sind dazu befähigt, wobei 10 - 40 % ihres totalen metabolischen Bedarfs durch Absorption von DOM gedeckt werden können (Sorokin & Wyshkwarzev, 1973).

Diese polytrophe Ernährungsweise macht Scyphomedusen zu sehr effizienten Konsumenten. Sie sind nahezu omnivor, Nahrungsanalysen ergaben Mikrophyten, Detritus, planktonische Crustaceen,

Mollusken- und Polychaetenlarven, kleine Quallen, sowie Fischlarven als Futterquelle (Gomoiu, 1980; Möller, 1980; Purcell, 1981). Gute Futternutzung ermöglicht rasches Wachstum und hohe Reproduktionsleistungen, bei günstigen Verhältnissen ist der schnelle Anstieg der Populationsstärke die Folge. Erhöhtes Nahrungsangebot beeinflusst natürlich nicht nur die Medusengeneration, sondern ebenso die sessilen Polypen. Vor allem die Knospenbildung der Polypen ist ganz wesentlich vom Nahrungsangebot abhängig, Eutrophierung ihres Lebensraumes führt zu erhöhten Knospungsraten (Sugiura, 1963, 1966; Hofmann et. al., 1978; Kikinger, 1983). Da die Knospen nach Loslösung vom Mutterpolypen ihrerseits zu Scyphopolypen heranwachsen, die später Medusen produzieren, ist diese Form der Reproduktion ebenfalls entscheidend für das Massenauf-treten von Quallen. Für *Pelagia noctiluca*, die ja keine Polypengeneration besitzt, scheidet dieser Prozess als Erklärung für ihr Massenauf-treten jedoch aus.

Als Regulatoren der Quallenpopulation sind auch Freßfeinde und Parasiten denkbar. Die Medusen dienen jedoch marinen Organismen meistens nicht als eigentliches Futter, sondern werden wohl eher zufällig und in Ermangelung anderer Nahrung ganz oder teilweise gefressen. Durch Beobachtungen bzw. Nahrungsanalysen sind als gelegentliche Freßfeinde bekannt:

- verschiedene Fische (*Gadidae*, *Carangidae*, *Sparidae*) (Mansueti, 1963)

- Seevögel, hauptsächlich Möwen (Harrison, 1984)
- Seeschildkröten (den Hartog, 1980)
- Krabben (z. B. *Carcinus maenas*) (Lauckner, 1980)
- Seeanemonen (*Sagartiogeton laceratus*)
(Berryman, 1984)
- Schnecken (z. B. *Dondice parguerensis*)
(Brandon & Cutress, 1985)

Es ist jedoch ungewiß, in welchem Ausmaß diese Räuber Quallenbestände beeinflussen. Ebenso ist nicht bekannt, in welchem Maß die pelagischen Larvenformen der Quallen, die Planulae und Ephyrae, durch Freßfeinde dezimiert werden. Die Vermutung, daß Quallenmassenaufreten auch durch Reduzierung ihrer Freßfeinde, z. B. Überfischung, verursacht werden, wurde mehrfach geäußert, kann aber noch nicht durch quantitative Forschungsergebnisse belegt werden.

3.2. Folgen

Am augenscheinlichsten ist der Bade-Tourismus von konzentriertem Quallenaufreten betroffen. Da fast alle Medusen durch ihre bodenlebende Polypengeneration an Küstengewässer gebunden sind, werden sie hier durch Strömungen oft über weite Strecken küstenparallel verdriftet, in großen Schwärmen in Buchten gesammelt und oft auch an den Strand gespült. Dazu kommt, daß die meisten mediterranen Scyphomedusen während der Sommermonate am häufigsten sind. All dies trägt dazu bei, daß badende Touristen nicht selten Bekanntschaft mit diesen

Nesseltieren machen, was besonders im Falle der stark nesselnden *Pelagia noctiluca* unangenehme Folgen haben kann, die von einer Rötung der Haut bis zu stark nässenden und schwer verheilenden Wunden reichen. Die Vertreter der Rhizostomae besitzen jedoch ebenso wie *Aurelia aurita* nur geringe Nesselkraft und sind für den Badenden ungefährlich.

Eine weitere Beeinträchtigung wirtschaftlicher Interessen ist die Reduzierung des Fischereiertrages durch große Quallenschwärme, und zwar auf direkte und indirekte Weise. Direkt durch die Konsumation von Fischlarven, indirekt durch die Futterkonkurrenz der Quallen zu wirtschaftlich wichtigen Fischarten und deren Larven. In der Kieler Bucht ergaben Untersuchungen an *Aurelia*- und Heringpopulationen, daß die Medusen, die in der Zeit ihres Hauptvorkommens 79 % des Trockengewichts des Metazoenplanktons ausmachen, den Heringlarvenbestand um schätzungsweise 2 - 5 % pro Tag durch Konsumation reduzieren (Möller, 1979, 1980). Es ist anzunehmen, daß auch die Larven anderer Fischarten wie Schollen, Flundern und Sprotten von *Aurelia* und weiteren Coelenteraten konsumiert werden. Rhizostome Medusen, Spezialisten für den Nahrungserwerb von Mikroplankton, sind eher als Futterkonkurrenz denn als Freßfeinde von Fischen und deren Larven anzusehen. Treten sie massenhaft auf, so können diese großen Medusen die Fischerei ebenfalls erheblich beeinträchtigen, da durch sie die Netze verlegt und nur schwer eingeholt werden können.

Zusammenfassend können die Folgen von Quallenmassenaufreten in ökologischer Hinsicht durch deren Einfluß auf die Zusammensetzung der Planktongemeinschaften und in der Folge durch die Beeinträchtigung der Fischerei gesehen werden. Wirtschaftlich wird zweifellos der Tourismus durch küstennahe Quallenschwärme am stärksten geschädigt, daneben sind aber auch eher kuriose Schadensmeldungen bekannt. So mußte etwa auf Malta wegen der zahlreich vorhandenen *Pelagia noctiluca* ein internationales Wasserballturnier abgesagt werden. Auch modernste Großtechnologie kann durch diese zarten Organismen, die zu etwa 96 % aus Wasser bestehen, in Schwierigkeiten kommen: in den Jahren 1975 - 1978 kam es zu mehrmaligem Stillstand des schwedischen Atomkraftwerkes Ringhals, bedingt durch die Verstopfung der Kühlwassereinlässe durch Massen von *Aurelia aurita*. Zur Abhilfe wurde ein „Luftblasenvorhang“ installiert: die von einem perforiertem Druckluftrohr aufsteigenden Luftblasen sammeln sich unter dem Schirm der Medusen und treiben diese an die Oberfläche, von wo sie abgefischt werden können (Billfalk & Gunstad, 1979).

3.3. Gegenmaßnahmen

Während des 1983 in Athen abgehaltenen „Workshop on Jellyfish blooms in the Mediterranean“ wurden verschiedene Maßnahmen zum Schutz vor Quallenschwärmen diskutiert (Möller, 1984). Einige der vorgeschlagenen Möglichkeiten sind bereits in Ver-

wendung, andere werden erprobt, viele sind jedoch als eher theoretisch zu bezeichnen.

a) Schutz von Badestränden und Industriegebieten durch:

— Netze. Die Absperrung von Badestränden durch Netze ist kostspielig und nur teilweise wirksam. Die Netze verstopfen mit der Zeit und außerdem gelangen Teile der Medusen, z. B. abgerissene Mundarme, trotz der Netze in das Sperrgebiet und nesseln Schwimmer (Marks & Cargo, 1974).

— Rotierende Grobsiebe. Werden in Kühlwasser-einlässen von Kraftwerken verwendet, um Fische, Quallen und Debris fernzuhalten.

— Luftblasenvorhänge. Dienen ebenfalls der Fernhaltung der Quallen vom Kühlwassersystem küstennaher Kraftwerke. Die Funktionsweise der Luftblasenvorhänge wurde bereits beschrieben.

b) Reduktion existierender Quallenschwärme durch:

— Ausfischung oder mechanische Zerstörung. Wegen der großen technischen Schwierigkeiten, der Verdriftung der Schwärme, des Neueintrages aus anderen Gebieten und der hohen Regenerationsfähigkeit der Individuen unrealistisch.

— Reduktion des Nahrungsangebotes. Auf Grund der polytrophen Ernährungsweise der Medusen nur bedingt möglich. Da die lokale Eutrophierung der Küstengewässer jedoch Quallenmassenauf-treten zu fördern scheint, wäre die Reduktion der Einbringung

anthropogener Abfälle in das Meer auch in dieser Hinsicht wünschenswert und eventuell wirkungsvoll.

— Einführung von Freßfeinden und Parasiten. Wie bereits erwähnt, besitzen die großen Scyphomedusen kaum effektive Freßfeinde, Parasiten scheinen jedoch starken Einfluß auf Quallenbestände auszuüben. Der Amphipode *Hyperia galba* („Quallenflohkrebs“) parasitiert verschiedene Scyphomedusen und ist in deren Gastrovascularsystem ebenso zu finden wie in den Gonaden und Subgenitaltaschen. Die Krebse fressen die Gonaden der Medusen und bei starkem Befall mit *Hyperia* können die Medusengonaden vollständig zerstört werden (Rasmussen, 1973). In der Kieler Bucht ist die jährliche Zunahme der *Hyperia* Biomasse klar mit der Abnahme der *Aurelia* Biomasse korreliert, sodaß diese Parasiten möglicherweise mitverantwortlich sind für das alljährliche Verschwinden der Medusen (Möller, 1984).

c) Vorbeugung durch Zerstörung der Polypenkolonien durch:

— Mechanische oder chemische Methoden. Die nur einige Millimeter großen Scyphopolypen besiedeln vor allem die Unterseiten von Hartsubstrat und sind in situ nur schwer zu finden. Vorbedingung für die Reduktion lokaler Polypenpopulationen wäre, daß sie nicht über weite Flächen verstreut sondern in einigen wenigen, dichten Kolonien siedeln, wie das mit *Aurelia*-Polypen in der Kieler Bucht der Fall ist

(Thiel, 1962). Über die künstliche Dezimierung solcher Polypenkolonien ist bis jetzt nichts bekannt.

— Einführung von Freßfeinden und Parasiten. Während es über Parasiten von Scyphopolypen keine Informationen gibt, so ist die indirekte Regulierung der Medusenpopulation durch Freßfeinde der Polypengeneration gut belegt. Der nudibranche Gastropod *Coryphella verrucosa* reduziert den Polypenbestand von *Aurelia aurita* derart drastisch, daß er, zusammen mit der Überlebensrate der Ephyren im Winter, als Hauptfaktor für die Größe der *Aurelia*-Population an der SW-Küste Schwedens anzusehen ist (Henroth & Gröndahl, 1985). Die enorme Konsumationsrate der Schnecken, bis 200 Polypen werden pro Tag und Individuum gefressen, ist mit einer vollen trophischen Abhängigkeit der Schnecken von den Polypen verbunden. Auch weitere Vertreter der Nudibranchia aus den Gattungen *Trinchesia*, *Facelina*, *Dondice* und *Spurilla* sind als Freßfeinde von Scyphopolypen bekannt, ebenso wie der Seestern *Asterias rubens*. Da die Polypen durch Knospung und Strobilation zweifach reproduktiv sind, ist ihre Reduzierung im Hinblick auf die folgende Medusenpopulation besonders wirkungsvoll.

4. Zusammenfassung

Massenaufreten von Quallen sind weder auf die Gegenwart noch auf das Mittelmeer beschränkt. Um Ursachen der starken Populationschwankungen zu erkennen, bedarf es langjähriger Untersuchungen auf

biologischer, ozeanografischer und meteorologischer Basis. Das Massenaufreten von *Pelagia noctiluca*, das seit etwa 10 Jahren besonders in der Adria für den Tourismus empfindlich spürbar war und in der Zwischenzeit wieder im Abklingen ist, scheint auf Grund der bisher vorliegenden Ergebnisse von klimatischen und hydrografischen Bedingungen wie milden Wintern und verstärkter Wasserzirkulation gefördert worden zu sein. Dazu kommt die Eutrophierung von Teilen der Nordadria, die Medusen und Polypen zusätzliche trophische Vorteile bringt. Neben der Beeinträchtigung des Tourismus nehmen Quallenmassenentwicklungen auch Einfluß auf pelagische Nahrungsketten, einerseits durch direkte Konsumation von Zooplankton (Copepoden, Fischlarven), andererseits durch Reduktion des Nahrungsangebotes für andere Zooplankter (Fischlarven). Wirtschaftlich kann sich dies durch Einbußen der Fischereierträge bemerkbar machen.

Um der Massenentwicklung der Quallen eventuell vorzubeugen, ist die Kenntnis der sensiblen Phasen im Entwicklungszyklus von Bedeutung. Bei den meisten Scyphozoa sind dies wahrscheinlich die Larvenstadien sowie die Polypengeneration. Da die Dezimierung von Polypen- und Medusenbeständen durch natürliche Feinde in situ nicht ungewöhnlich ist, könnte die lokale Beeinflussung von Quallenpopulationen durch Parasiten und Freßfeinde ihrer Entwicklungsstadien ein möglicher Weg der Bestandskontrolle sein.

5. Literatur

- BECACOS-KONTOS, T. & DUGDALE, R. C., 1971: Pollution in Greek waters. *Mar. Pollut. Bull.* 2: 158-160.
- BERRYMAN, J., 1984: Predation of **Sagartiogeton laceratus** upon **Aurelia aurita** in Shallow Water. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.* 64 (3): 725.
- BILLFALK, L. & CUTRESS, C.E., 1985: A new **Dondice** (Opisthobranchia: Favorinidae), Predator of **Cassiopea** in Southwest Puerto Rico. *Bull. Mar. Sci.* 36 (1): 139 - 144.
- COLEBROOK, J. M. & TAYLOR, A. H., 1982: Significant time-scales of long-term variability in the plankton and the environment. ICES Symp. 'Biol. Productivity of Continental Shelves of the Temperate Zone of the North Atlantic'. Wood's Hole March 1982 Contr. 19: 1 - 7.
- DUGDALE, R. C. & HOPKINS, T. S., 1978: Predicting the structure of dynamics of a pollution driven marine ecosystem embedded in an oligotrophic sea. *Thalassia Jugosl.* 14: 107 - 126.
- GOMOIU, M. T., 1980: Ecological observations on the jellyfish **Aurelia aurita** (L.) populations from the Black Sea. *Cercetari Mar.* 13: 91 - 102.
- GRAY, J. S. & CHRISTIE, H., 1983: Predicting long term changes in marine benthic communities. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 13: 87 - 94.
- HARRISON, N. M., 1984: Predation on Jellyfish and their Associates by Seabirds. *Limnol. Oceanogr.* 29 (6): 1335 - 1336.
- HARTOG, J. C. den, 1980: Notes on the food of the sea turtles: **Eretmochelys imbricata** and **Dermodochelys coriacea**. *Neth. J. Zool.* 30: 595 - 610.
- HERNROTH, L. & GRÖNDAHL, F., 1983: On the Biology of **Aurelia aurita** (L.) 1. Release and Growth of **Aurelia aurita** (L.) Ephyrae in the Gullmar Fjord, Western Sweden, 1982-83. *Ophelia* 22 (2): 189 - 199.
- , 1985: On the Biology of **Aurelia aurita** (L.) 3. Predation by **Coryphella verrucosa** (Gastropoda, Opisthobranchia), a major factor regulating the development of **Aurelia** Populations in the Gullmar Fjord, Western Sweden. *Ophelia* 24 (1): 37 - 45.

HOFMANN, D. K., NEUMANN, R. & HENNE, K., 1978: Strobilation, budding and initiation of *Scyphistoma* morphogenesis in the rhizostome ***Cassiopea andromeda***. Mar. Biol. 47: 161 - 176.

KIKINGER, R., 1983: Biologie der mediterranen Scyphomeduse ***Cotylorhiza tuberculata*** (Scyphozoa: Rhizostomae). Diss. Univ. Wien, 186 S.

KRAMP, P. L., 1961: Synopsis of the Medusae of the World. J. Mar. Biol. Assoc. U. K. 40: 1 - 469.

LAUCKNER, G., 1980: Diseases of cnidaria. In: Kinne, O. (Ed.): Diseases of marine animals, Vol. 1, 167 - 238. Chichester: J. Wiley & Sons.

LEWIS, D. H. & SMITH, D. C., 1971: The autotrophic nutrition of symbiotic marine coelenterates with special reference to hermatypic corals. I. Movement of photosynthetic products between the symbionts. Proc. Roy. Soc. Lond. B. 178: 111 - 129.

MARKS, C. H. & CARGO, D. G., 1974: Field tests of a bubble screen sea nettle barrier. MTS Journal 8: 33 - 39.

MANSUETI, R., 1963: Symbiotic behavior between small fishes and jellyfishes, with new data on that between the stromateid, ***Peprilus alepidotus***, and the scyphomedusa ***Chrysaora quinquecirrha***. Copeia 1: 40 - 80.

MAXIMOV, I. V., 1952: On the pole tide in the ocean and atmosphere. Reports An SSSR 86: 673 - 676.

—, 1959: Long-period lunar and solar tides in the high latitude seas. Scient. Notes LVIMU 13: 3 - 38.

MÖLLER, H., 1979: Significance of coelenterates in relation to other plankton organisms. Kieler Meeresforsch. 27: 1 - 18.

—, 1980: Scyphomedusae as predators and food competitors of larval fish. Meeresforschung 28: 90 - 100.

—, 1984: Some speculations on possibilities of controlling jellyfish blooms. UNEP: 'Workshop on jellyfish blooms in the Mediterranean', 211 - 215.

MUSCATINE, L. & MARIAN, R. E., 1982: Dissolved inorganic nitrogen flux in symbiotic and nonsymbiotic medusae. Limnol. Oceanogr. 27: 910 - 917.

OTTESTAD, P., 1979: The sunspot series and biospheric series

regarded as results due to a common cause. Meld. Norg. Landbr. Hoisk. 58 (9): 1 - 20.

PURCELL, J. E., 1981: Feeding ecology of **Rhizophysa eysenhardti**, a siphonophore predator of fish larvae. Limnol. Oceanogr. 26: 424 - 432.

RASMUSSEN, F., 1973: Systematics and ecology of the Isefjord marine fauna (Denmark). Ophelia 11: 1 - 495.

ROTTINI-SANDRINI, L., 1982: Effect of water temperature on the motility of **Pelagia noctiluca** (Forsk.). Experientia 38: 453 - 454.

SOROKIN, Y. I. & WYSHKWARZEV, D. I., 1973: Feeding on dissolved organic matter by some marine animals. Aquaculture 2: 141 - 149.

SUGIURA, Y., 1963: On the life-history of rhizostome meduse. 1. **Mastigias papua** L. Agassiz. Annot. Zool. Jap. 36: 194 - 202.

—, 1966: On the life-history of rhizostome meduse. 4. **Cephea cephea**. Embryologia 9: 105 - 121.

THIEL, H.: Untersuchungen über die Strobilisation von **Aurelia aurita** Lam. an einer Population der Kieler Foerde. Kieler Meeresforsch. 18: 189 - 230.

TREGOUBOFF, G. & ROSE, M., 1957: Manuel de Planctologie Méditerranéenne 2 Vols., 587 pp. Paris. C.N.R.S.

UNEP, 1983: Monitoring of swarming by Scyphomedusae. UNEP. 23pp.

1984: Proc. 'Workshop on jellyfish blooms in the Mediterranean'. Athens, 31. 10. - 4. 11. 1983. 221pp.

1985: Changes in the distribution and size of the population of **Pelagia noctiluca** in the Mediterranean. UNEP. 37pp.

WERNER, B., 1975: Bau und Lebensgeschichte von **Tripedalia cystophora** (Cubozoa, class. nov., Carybdeidea) und die Bedeutung für die Evolution der Cnidaria. Helgol. Wissensch. Meeresunters. 27: 461-504.

WILKERSON, F. P. & DUGDALE, R. C., 1984: Possible connections between sewage effluent, nutrient levels and jellyfish blooms. UNEP: 'Workshop on jellyfish blooms in the Mediterranean', 195-201.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Reinhard Kikinger

Institut f. Zoologie d. Universität Wien

Althanstraße 14

A-1091 WIEN

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1987

Band/Volume: [126](#)

Autor(en)/Author(s): Kikinger Reinhard

Artikel/Article: [Massenaufreten mediterraner Quallen - Mögliche Ursachen und Folgen. 37-58](#)