

Ökologische und biologische Untersuchungen an den Balaniden der Kieler Bucht (Crustacea, Cirripedia)

Von Liselotte Schütz

Überall an den Ufern der Kieler Bucht werden Steine und Pfähle von Seepocken besiedelt. Aus der westlichen Ostsee sind bisher vier Arten der Gattung *Balanus* bekannt. *Balanus crenatus* und *Balanus balanus* kommen nur im Sublitoral vor; *B. improvisus* siedelt im Sublitoral und in einer schmalen Zone des Eulitorals; *B. balanoides* dagegen lebt ausschließlich im Eulitoral, einige wenige Individuen sogar im Supralitoral. Die Verbreitung der Balaniden im Bereiche der Kieler Bucht und ihrer Nebengewässer – wie Flensburger und Kieler Förde, Schlei, Nord-Ostsee-Kanal und Schwentinemündung – ist wechselhaft. Da diese Arten ein planktonisches Verbreitungsstadium besitzen und ihre Nahrung aus dem Plankton beziehen, sind sie sehr abhängig von hydrographischen Vorgängen. Abgesehen von der Beltsee ist die Kieler Bucht ein Bereich, in dem die hydrographischen Faktoren sowohl im Jahresablauf als auch in den einzelnen Jahren großen Schwankungen unterworfen sind. Den weiteren Ausführungen wird eine kurze Skizze der hydrographischen Vorgänge vorausgeschickt (entnommen aus Arbeiten von DIEDRICH (1961), HOFFMANN (1933), KÄNDLER (1951), KREY (1942), WATTENBERG (1950), WEIDEMANN (1950) und WYRTKI (1952).

Die Kieler Bucht ist ein Teil der westlichen Ostsee. Sie wird im Norden von der Beltsee, im Osten vom Fehmarn-Belt und im Westen und Süden von der schleswig-holsteinischen Küste begrenzt. Nordseewasser dringt über Skagerrak, Kattegat durch den Großen, weniger durch den Kleinen Belt in diesen relativ flachen Meeresteil. Ostseewasser strömt über den Fehmarn-Belt ein. Häufiger Wechsel von Wassermassen unterschiedlicher Konzentration führt zu starken Überschichtungen. Die Zonen unterschiedlicher Dichte lagern sich wie Blätter übereinander, und erst in einem langsamen Prozeß kommt es zur Vermischung im gesamten Wasserkörper. In den bodennahen Schichten – ab einer Tiefe von 20 m – gilt die Kieler Bucht als Ausläufer der Nordsee.

Für die Tierwelt sind vor allem der jahresrhythmische Verlauf des Salzgehaltes und dessen absolute Werte wichtig. Nahe dem Boden werden im Mittel Salzgehalte zwischen 25–27 ‰ erreicht, an der Oberfläche zwischen 12 und 14 ‰. In den letzten 50 Jahren stiegen die Werte leicht an; heute liegt im Mittel der Salzgehalt um $\frac{1}{2}$ ‰ höher. Ursache dieses Anstieges sind stärkere Salzgehaltseinbrüche, die bei extrem langen Westwindlagen stattfinden. Die höchsten Werte liegen im Winter, die niedrigsten im Sommer. In der Oberschicht sinken die Salzgehalte zeitweise auf 5–6 ‰ ab. Diese starke Aussüßung verhindert das Vordringen vieler mariner Arten in die Kieler Bucht. Nach sehr kalten Wintern findet sogar schon im Frühjahr eine erhebliche Verdünnung der Konzentration in den oberen Wasserschichten statt, so daß Meerestiere, die während dieser Zeit wichtige Lebensphasen durchlaufen, starke Verluste erleiden. Die Verhältnisse an der Oberfläche sind als α - bis β -mesohalin zu bezeichnen, in der Tiefe als polyhalin. In den Nebengewässern wie Schwentinemündung und vor allem im Nord-Ostsee-Kanal herrschen andere hydrographische Bedingungen. Schon im Winter sinken die Salzgehalte. Im Nord-Ostsee-Kanal finden wir die höchsten Werte im Frühjahr, Frühsummer, in der Schwentinemündung im Spätsommer, Herbst.

Für das Vordringen der Arten ist die Herkunft der Wasserkörper wichtig. Nordseewasser strömt zum größten Teil durch den Großen Belt in die Kieler Bucht ein. Der Hauptteil zieht über den Fehmarnbelt unmittelbar in die Mecklenburger Bucht, aber ein

Teil strömt in südlicher und westlicher Richtung auf die schleswig-holsteinische Küste zu. Diese Wassermassen schieben häufig salzarmes Ostseewasser, das entweder vorher über den Fehmarnbelt eingeströmt war oder in der südlichen Kieler Bucht gelagert hatte, gegen die südwestliche und westliche Küste. Hier fanden wir daher nahe der Oberfläche Wasserballen sehr niedrigen Salzgehaltes. Bei lang anhaltender Einstromlage fließt stark salzhaltiges Wasser im Norden auch durch den Kleinen Belt. Das Wasser, das entlang der jütischen Küste strömt, ist im Verhältnis zu dem an der schwedischen Seite salzreicher, so ergibt es sich, daß das Oberflächenwasser im Kleinen Belt höhere Werte besitzen kann als das im Großen Belt.

Der Temperaturverlauf entspricht den klimatischen Bedingungen der mittleren Breiten: Die höchsten Werte werden im Spätsommer, August, häufig erst Anfang September erreicht. Das Minimum liegt im Winter Ende Januar/Anfang Februar. In den oberen Wasserschichten schwankt das Jahresmittel zwischen 9 und 9,5° C, nahe dem Boden zwischen 8 und 8,5° C. An der Oberfläche können gelegentlich Werte von 18° C erreicht werden. Im allgemeinen erwärmt sich im August das Wasser aber nur auf 16 bis 17° C. Wintertemperaturen liegen im Mittel bei 2° C. In kalten Jahren bedeckt Eis die Förden. Die Schwankungen, die täglichen wie die jährlichen, sind in den oberen Wasserschichten stärker als am Boden. Die maximale Amplitude in 20 m beträgt 8 bis 10° C, nahe der Oberfläche fast das Doppelte. Der Jahresablauf verändert sich entsprechend der allgemeinen Wetterlage; mal steigt im Frühjahr die Temperatur sehr langsam wie 1964 und 1965; mal fallen die Werte im Herbst sehr rasch wie 1966. Aber gerade diese Vorgänge wirken verändernd auf die Biologie der Arten.

Die Nährstoffe haben folgenden Jahresrhythmus. Im Winter reichern sich in allen Schichten Phosphate, Silikate und Nitrate an. Im Frühjahr, zur Zeit der Plankton- und Algenentwicklung wird dieser Vorrat allmählich aufgezehrt, während des Sommers sind in der Oberflächenschicht die Nährstoffe nur in geringen Mengen vertreten, während sich nahe dem Grund die Stoffe wieder ansammeln. Die starke Aussüßung der Oberflächenschicht trägt mit dazu bei, daß die Abnahme an Nährstoffen so auffallend ist; außerdem ist das salzarme Wasser, das der Kieler Bucht aus dem Osten zufließt, nährstoffarm. In einigen Nebengewässern, wie der Kieler Förde und der Schlei, findet durch das Zuleiten von städtischen und Industrieabwässern eine Erhöhung des Nährstoffanteiles statt, so daß in diesen Gewässern auch im Sommer genügend Aufbaustoffe für Phytoplankter vorhanden sind.

Über die Ca-Verhältnisse in der Kieler Bucht sei folgendes gesagt. Relativ betrachtet ist der Anteil höher als beispielsweise in der Nordsee, da der Bucht viele kalkreiche Gewässer zufließen, absolut ist der Ca-Anteil aber durch die Verringerung des Salzgehaltes niedriger als in den Weltmeeren.

Es bleibt nun noch einiges über die Phytoplanktonentwicklung in der Kieler Bucht zu berichten. Für die Entfaltung der Pflanzen spielt neben den Nährstoffen die gebotene Lichtmenge eine Rolle, so erklärt sich die geringe Phytoplanktonentwicklung im Winter. Eine besonders üppige Entwicklung findet im Frühjahr von Mitte März bis Mitte Mai statt. Diese Diatomeenblüte weist einen sehr hohen Chlorophyllgehalt auf. Besonders gut entfalten sich während dieser Zeit *Chaetoceras*-, *Skeletonema*- und *Rhizosolenia*-Arten, die aber zum Teil auch im Spätsommer zur Zeit der zweiten Phytoplanktonblüte ein zweites kleines Maximum haben. Im Sommer geht die Produktion sehr stark zurück, zum größten Teil als Folge der geringen Nährstoffmenge und des Verzehrs durch Zooplankter. Im Sommer zeigt sich nur in den stärker eutrophierten Bereichen, wie zum Beispiel Kieler Förde, Schlei ein Phytoplanktonmaximum, das zur Hauptsache aus

Nannoplankton besteht. Der Chlorophyllgehalt ist aber wesentlich geringer als der der Diatomeen-, aber auch der Peridineenblüte im Spätsommer/Herbst. Die Dinoflagellatenproduktion im Spätsommer reicht von September – häufig beginnt sie schon Mitte August – bis Anfang November, dann bricht sie aber rasch ab. Besonders üppig entwickeln sich während dieser Zeit die Ceratien, bekannt ist vor allem *Ceratium tripos*.

Balanus balanus

Balanus balanus ist die seltenste Art der Kieler Bucht. 1873 berichtete MÖBIUS von seinem Vorkommen in der westlichen Ostsee. SCHAPER gab 1922 Funde in der Kieler Förde an. 1950 wurde er in Schilksee und Falckenstein in 2–3 m beobachtet, und im Sommer 1965 wurden vereinzelt Individuen an der Steinmole in Schilksee in 4–5 m Tiefe beobachtet. Diese arktische Art findet im Boreal ihre südliche Verbreitungsgrenze. Sie ist aus den dänischen Gewässern bekannt. An den Küsten Nord- und Mittelenglands zählt sie im Sublitoral zu den Hauptbesiedlern der Hartböden. Im Süden der Insel wurde sie bisher noch nicht gefunden.

In der Irischen See, wo BARNES (1964) das Verhalten und die Biologie von *B. balanus* beobachtet, siedelt er sich auf Steinen und Muschelschalen in besonders dichten Populationen in einer Tiefe von 20–30 m im Bereich starken Gezeitenstroms an. Dieser Balanide wurde auch vereinzelt nahe der Oberfläche beobachtet. Stark fließendes, nahrungs- und O₂-reiches Wasser, inmitten von Rotalgen und Schwämmen auf Steinen und Schilf, kennzeichnen seine optimalen Biotopansprüche. In dieser Wasserzone sind die Temperaturschwankungen ausgeglichen. In der Arktis tritt die Art erst unterhalb 12 m auf.

An der Küste Englands hat der Lebensrhythmus folgenden Verlauf (PYEFINCH 1948): Ende Februar/Anfang März innerhalb eines kurzen Zeitintervalles – ~ 8–10 Tage – setzen die Tiere ihre Larven frei. Im April erscheinen die ersten Cypris-Larven auf den Hartböden. Im Laufe des Jahres bis zum Anfang des Winters wachsen die Tiere bis zu einer Größe von 9–10 mm heran. Während der phytoplanktonarmen Zeit im Sommer verlangsamt sich das Wachstum. Aber nicht nur für das Wachstum ist die Phytoplankternahrung bedeutend, auch für die Entwicklung der Geschlechtsorgane. Es wurde nämlich beobachtet (BARNES 1962), daß im Bindegewebe und zum Teil auch im Mitteldarmdrüsen-gewebe während der Diatomeenblüte im Frühjahr Kohlehydrate, Fette und Eiweiße gespeichert werden, die während der Entwicklung der Geschlechtsorgane wieder abgebaut werden. Die Bildung der Keimdrüsen erstreckt sich über einen relativ langen Zeitraum. Am Anfang des Winters sind Hoden und Ovarien erst voll entwickelt. Ende Januar findet Befruchtung statt, und im Laufe eines Monats reifen die Larven zu schlupffähigen Nauplien heran. Dieser Balanide erzeugt nur eine Brut im Jahr, doch die Produktion je Individuum ist sehr hoch. Im Durchschnitt erzeugt ein Tier 20 000 Larven. Die Verluste während der Planktonzeit sind allerdings beträchtlich; denn nur 5 Cyprislarven setzen sich auf einer Fläche von 1 cm² wieder fest, und davon gehen im Laufe der ersten beiden Monate nach der Ansiedlung 3 bis 4 zugrunde. Die Art ist mehrjährig. Im ersten Lebensjahr erreichen die Individuen unter euhalinen, borealen Bedingungen einen Basaldurchmesser von 9–10 mm, im zweiten verdoppelt sich der Umfang, erst dann nimmt die Wachstumsintensität mehr und mehr ab. Individuen von 4–6 Jahren haben eine Höhe von 30–40 mm.

Vergleichen wir die Fundergebnisse in der Kieler Bucht mit denen an der englischen Küste, so zeigt sich, daß sich die Art auch hier sehr langsam entwickelt und daß sie auch hier mehrjährig ist, doch erreicht sie nicht die Wachstumsleistungen wie dort. Die größten Tiere, die hier gefunden wurden, maßen 30 mm. Im Durchschnitt erreichten sie

20–22 mm. An den Steinen und Pfählen im Uferbereich der westlichen Außenförde wurden nur wenige von 20 mm gefunden. Der größte Teil besaß einen Basaldurchmesser von 15–18 mm, einige wenige waren kleiner. Alle Tiere waren im Spätherbst geschlechtsreif. Im allgemeinen werden die Tiere hier wohl kaum älter als drei Jahre. In der Kieler Bucht bevorzugt *B. balanus* wie in England strömungsreiche Zonen, in denen auf Steinen und Schalen Rotalgen und Schwämme leben. Im Fehmarnbelt siedelte er in einer Tiefe von 27–30 m, auf dem Stoller Grund in einer von 5–9 m, auf dem Strander Grasberg hatte er sich in ähnlicher Tiefe angesiedelt, und in Schilksee und Falkenstein kamen die Balaniden schon in einer Wasserzone unterhalb 2 m vor. Doch an diesen Fundorten war die Besiedlung nur sporadisch. Bei günstigen Bedingungen hatte sich ein Larvenschwarm einmal festgesetzt. Eine Neubesiedlung fand bisher jedoch nicht statt.

Balanus crenatus

Im Bereiche der Kieler Bucht ist neben *Mytilus edulis* *B. crenatus* der Hauptbesiedler sublitoraler Hartböden. Schon in einer Tiefe von 1–2 m bevölkert er Pfähle und Steine und bildet unterhalb 4–5 m dichte Populationen. Besonders groß sind seine Ansiedlungen in den poly- α -mesohalinen Wasserzonen. *B. crenatus* zeigt sich gegenüber kurzzeitigen Salzgehaltsschwankungen äußerst tolerant. Untersuchungen zeigten, daß er solche von 0–70 ‰ ohne nennenswerte Schädigungen zu ertragen vermag (KRÜGER 1942). Doch bei längerem Aufenthalt in 4 ‰haltigem Wasser werden alle wesentlichen Lebensfunktionen gehemmt. Die Verbreitungsgrenze liegt im Boreal durchschnittlich bei 10 ‰, das heißt an der Grenze des α -Mesohalinikums. *B. crenatus* dringt auch in die Schwenktemündung ein, aber nur soweit α -mesohaline Verhältnisse herrschen. Im Nord-Ostsee-Kanal wurde er in 6 m Tiefe von Ax 1952 nahe der Schleuse einmal gefunden und 1959 auch bei Levensau. In der Schlei wurden Individuen nur an der Mündung beobachtet. Da sich *B. crenatus* auch an relativ verschmutzten Stellen ansiedelt, besteht seine Nahrung zum Teil aus Detritus. In den Nebengewässern der westlichen Ostsee setzt sich der Detritus aber meist aus zersetzten limnischen und terrestrischen Pflanzen und Tieren zusammen. *B. crenatus* ist gegenüber dieser Nahrung empfindlich.

An der englischen Küste beobachtete PYEFINCH (1948) folgenden Lebensablauf. Schon Ende Februar/Anfang März beginnt die Produktion. Nach $\sim 1\frac{1}{2}$ Monaten (im April) setzen sich die Larven fest. Sie wachsen rasch heran, und schon 4 mm große Individuen besitzen Ovarien. Bei einer durchschnittlichen Basislänge von 12–14 mm produziert diese Frühjahrsgeneration im Juni neue Larvenschwärme. Im Juli erscheinen diese wieder auf den Hartböden und bilden eine zweite Generation. Ein Teil von dieser wird im Herbst noch einmal reif, und es kommt zur Bildung einer dritten Generation. Je Individuum werden zwei, im günstigsten Falle drei Bruten im Jahr abgesetzt. Nach einer Lebensdauer von $\sim 1\frac{1}{2}$ Jahren gehen die Tiere zugrunde. Sie haben dann im Durchschnitt eine Länge von 20–22 mm erreicht; die größten Individuen eine von 26–28 mm.

In der Kieler Bucht zeigen sich auch drei Produktionsmaxima, doch ist die Sommerproduktion die stärkste, die frühjährliche im Gegensatz zu den Verhältnissen an der englischen Küste die schwächste. Bei uns verschieben sich die Fortpflanzungszeiten mehr in den Sommer und Spätherbst, wohl entlassen die ersten Individuen Anfang März Larven, aber die frühjährliche Produktion ist erst im April am größten. Das Hauptmaximum im Sommer erstreckt sich von Juni bis Anfang August, spät im Herbst, im Oktober, ja sogar noch Anfang November, kommen Larven im Plankton vor, und Cyprislarven setzen sich noch in relativ großer Zahl im November fest. Im allgemeinen werden höchstens zwei Bruten je Individuum erzeugt. Die erste erfolgt im Herbst oder Frühjahr, die

zweite im Sommer, dann setzen aber Frühjahrs- und Herbstgeneration fast gleichzeitig eine Brut frei, daher ist der Larvenanfall während dieser Zeit so stark und die Fortpflanzungszeit relativ lang. Schon bei einem Basisdurchmesser von 8–10 mm tragen die Tiere in der Kieler Bucht schlupffähige Larven. Im ersten Lebensjahr wachsen sie bis zu einer Größe von 14–16 mm heran, im Spätsommer nach Abgabe der zweiten Brut und bei relativ hohen Temperaturen gehen die meisten Individuen nach einem Alter von $\sim 1\frac{1}{4}$ Jahren zugrunde. Sie haben dann im Durchschnitt eine Länge von 18–20 mm erreicht. Die sichtbare Leistungsminderung bei herabgesetztem Salzgehalt wird noch deutlicher, wenn wir den Lebensablauf dieser Art in der Schwentinemündung betrachten. Dort erfolgt der Larvenbefall im Hoch- bis Spätsommer. Die Tiere wachsen langsam heran und setzen im darauffolgenden Jahr bei einer Größe von 8–10 mm Larven frei und gehen im Spätsommer bei einer Länge von 11–12 mm zugrunde. Es wird dort nur eine Generation im Jahr erzeugt.

Je weiter die Art in ausgesüßte Bereiche vordringt, desto geringer wird ihre Wachstumsleistung, desto geringer die Brutenzahl, auch die Lebensdauer nimmt ab. Es zeigt sich außerdem, daß sich die Fortpflanzungszeit mehr und mehr auf den Sommer beschränkt. Die Konkurrenzfähigkeit dieser sessilen Art wird durch geringe Nachkommenschaft erheblich eingeschränkt. Nach dem kalten Winter 1963 verschwand sie fast aus der Schwentine. Nicht die Kälte erzeugte die hohen Verluste, sondern die im Frühjahr folgende starke Aussüßung. Die niedrigen Salzgehalte wirkten besonders auf die im Reifezustand befindlichen Tiere letal.

Balanus improvisus

Der „sublitorale“ Balanide – *Balanus improvisus* – besiedelt in der Kieler Bucht vorwiegend das hier nur in geringer Ausdehnung vorhandene Eulitoral. Oberhalb der Wasserlinie zieht sich in manchen Jahren ein weißes Band entlang der Ufer an Pfählen und Steinen. Es wird fast ausschließlich von *B. improvisus* gebildet. Doch reichen die Populationen niemals über die Höhe des normalen Wellenschlages hinaus. *B. improvisus* verträgt nämlich keine Austrocknung, denn die Art ist auch kein charakteristischer Bewohner des Eulitorals. Die Bevorzugung des Eulitorals der Kieler Bucht ist konkurrenzökologisch bedingt. *B. crenatus*, die Art, die als Hauptbesiedler des Sublitorals bei uns gilt, besitzt eine höhere Nachkommenschaft und eine wesentlich längere Fortpflanzungszeit, so daß an vielen Plätzen eine vorhergehende Ansiedlung von *B. improvisus* Individuen völlig verdrängt wird. Da *B. improvisus* aber salzgehaltstoleranter ist, dringt er weiter ins Brackwasser vor und kann auch im Eulitoral in der Wasserzone extremster Aussüßung noch existieren. *B. improvisus* kommt in der Ostsee bis zum Finnischen Meerbusen vor und besiedelt auch die Befestigungen und Brücken an den Ufern der Schwentinemündung, der Schlei und des Nord-Ostsee-Kanals bis ins Oligohalinikum, das heißt bis zu mittleren Salzgehalten von 3–4 ‰.

B. improvisus ist eine südliche Form. Dieser Balanide findet im Boreal seine nördliche Verbreitungsgrenze. Sein Lebenslauf zeigt sich im Boreal abhängig von der Temperatur. Fortpflanzung findet nur bei Temperaturen über 10° C statt. Im Meer ist die Produktionshöhe optimal bei Temperaturen über 20° C. Im Nord-Ostsee-Kanal bei Salzgehalten zwischen 6–12 ‰ konnte man beobachten, daß Temperaturen unter 5° C alle Aufbaukräfte hemmten. Diese tropisch-boreale Art ist relativ unempfindlich gegenüber Verschmutzungen. Von ihr wird in den salzärmeren Gewässern Detritus, entstanden aus zersetzten limnischen und terrestrischen Pflanzen und Tieren, als Nahrung angenommen. Ihre Leistungen werden dadurch jedoch gehemmt. In der Kieler Förde hat

B. improvisus zwei Fortpflanzungszeiten, die erste liegt im Frühling, die zweite im Spätsommer. Beide Generationen erreichen maximal ein Alter von ~ 2 Jahren. Während seines Lebens erzeugt *Bal. improvisus* im Durchschnitt drei Bruten. Bei einer Größe von 6–8 mm werden die Tiere das erstmalig reif; 10–14 mm große Individuen setzen eine zweite Brut frei. Die ältesten Individuen besitzen eine Basallänge von 16–18 mm.

Im Nord-Ostsee-Kanal wurden in der Zeit von 1952–1954 die Lebensabläufe dieses Balaniden in abgestuften Halinitätszonen untersucht (SCHÜTZ 1964), und es zeigte sich, daß der Salzgehalt und das Phytoplankton neben der Temperatur Wachstum, Reifungsvorgänge und Embryonalentwicklung stark beeinflussen. Bei einem mittleren Salzgehalt von 10 ‰ entstanden noch zwei Generationen im Jahr, aber es wurden je Individuum höchstens zwei Bruten abgesetzt, das Lebensalter betrug ~ 1 Jahr, und die größten Individuen besaßen eine Länge von 9–10 mm. Fortpflanzungsfähig waren die Tiere schon bei 6 mm. Je brackiger die Verhältnisse wurden, desto mehr verschob sich die Fortpflanzungszeit auf den Sommer, so daß nur eine Generation im Jahr gebildet wurde, die nach einer langen Wachstums- und Reifezeit eine Brut freisetzte. Auffallend war, daß sich während der frühjährlichen Phytoplanktonblüte die Embryonen rascher entwickelten als im Sommer bei relativ hohen Temperaturen. Das Phytoplankton stimulierte im Frühjahr offensichtlich auch das Wachstum, denn die Tiere nahmen während dieser Zeit rascher an Höhe zu als im Sommer. Bei abnehmendem Salzgehalt verringerte sich die Zahl der Larven je Individuum sehr. Bei einer normalen Größe von 6 mm erzeugten die Tiere bei 6 ‰ ungefähr die Hälfte von dem bei 10 ‰.

Folgende Beobachtung scheint wert, dargestellt zu werden. Im Vergleich zu Tieren bei 10 ‰ waren die Balaniden bei 8 ‰ größer. Die Ursache dieser Erscheinung lag in der geringen Entwicklung der Geschlechtsorgane. Die Kalkgehäuse nahmen besonders bei hohen Temperaturen rasch an Umfang zu. Manches Tier wurde überhaupt nicht reif und verlängerte dadurch sein Alter und erreichte eine größere Länge. In noch niedrigeren Salzgehaltsbereichen verminderte sich das Wachstum offensichtlich, obgleich sich die Geschlechtsorgane zum Teil gar nicht entwickelten. Dort kam sogar nur ein kleiner Teil der Population zur Fortpflanzung, nämlich der, der während des Frühjahrs zur Zeit der kurzen Phytoplanktonblüte relativ weit entwickelte Geschlechtsorgane besaß und befruchtungsfähig war.

Eine Leistungsabnahme sowohl der Larvenproduktion als auch des Wachstums und der Kalksekretion bewirkt die Zunahme an limnischem und terrestrischem Detritus. Wird dieser nämlich in großen Mengen verzehrt, bilden sich kaum Geschlechtsorgane, schon entwickelte Larven schlüpfen nicht, und das Wachstum verzögert sich.

Trotz Leistungsminderung bildet *B. improvisus* im Nord-Ostsee-Kanal wie in der Schwentinemündung und in der Schlei dichte Populationen. Die Vernichtungsrate der Larven ist in diesen engen Wasserstraßen nicht so hoch wie im offenen Meer.

Balanus balanoides

Nur ein Balanide, und es ist der jüngste Einwanderer in die Kieler Bucht, ist den extremen Lebensbedingungen des Gezeitenbereiches angepaßt. Erst in den letzten 30 Jahren ist *Balanus balanoides* von der Beltsee her in südlicher Richtung in die Kieler Bucht vorgedrungen. Der Vorstoß geschah im wesentlichen vom Kleinen Belt her. Entlang der jütischen Küste fließt – wie erwähnt – an der Oberfläche zeitweise das salzreichste Wasser ein. Die Planktonstadien dieses Balaniden sind Salzgehaltsschwankungen gegenüber relativ empfindlich. Es lassen sich aber auch durch den Großen Belt Einwanderungslinien verfolgen. Die starken Salzgehaltseinbrüche in den letzten Jahren

sind sicher auch verantwortlich für das Vordringen von *B. balanoides* in die Kieler Bucht. Entlang der schleswig-holsteinischen Küste finden wir *B. balanoides* vor allem an Steinmolen in der Flensburger Förde, am Strand von Schönhagen, nicht in der Eckernförder Bucht, dann wieder in der Kieler Außenförde – gelegentlich sogar in der Innenförde – und beim „Weißen Haus“. BARNES hat 1962 b die Ausbreitung von *B. balanoides* entlang der Küsten des Kattegats und der Kieler Bucht eingehend studiert. Schon 1950 wurde vom Kieler Institut das erste Auftreten dieser Art in der Kieler Außen- und Innenförde beobachtet (BUCHHOLZ u. SCHÜTZ 1952). Damals waren die Populationen in der Außenförde bei Strande und Stein relativ dicht. Die Art lebte sogar vergesellschaftet mit *B. improvisus* an den Steinwällen bei Möltenort und Kitzeberg. Heute finden wir nur im Außenbereich der Förde an exponierten Steinmolen spärliche Ansiedlungen. Auch am „Weißen Haus“ und in der Flensburger Förde sind Funde selten.

Diese boreal-arktische Art hat eine relativ weite Verbreitung. Sie kommt an der nordamerikanischen Küste bis North-Carolina (Woods-Hole) vor und an der europäischen bis Portugal. Seine Larven bevorzugen die obersten lichtdurchfluteten Wasserschichten, so daß sich seine Ansiedlung im Eulitoral zum Teil schon dadurch ergibt. In der Spritzwasserzone sind noch Individuen anzutreffen. Ins Sublitoral dringt er nicht ein.

In der Arktis verträgt *B. balanoides* wochenlang Eisüberdeckung, an seiner südlichen atlantischen Verbreitungsgrenze starke Sonneneinstrahlung und lang anhaltende Austrocknung. Diese extremen Lebensbedingungen haben natürlich eine höhere Sterblichkeit zur Folge.

Die Art zeigt sich vom Phytoplankton besonders abhängig. Sie reagiert sogar sehr spezifisch. Boreal-arktische Phytoplankter beeinflussen in hohem Maße Wachstum, geschlechtliche Reife und das Ausstoßen der Larve (BARNES 1962a). Im Frühjahr schlüpfen vollreife Nauplien erst, wenn die Diatomeenblüte einsetzt und *Skeletonema costatum* in großer Zahl vorhanden ist. In den Adulten, die diese Nahrung verzehren, wird ein Stoff produziert, der eine stimulierende Wirkung auf das Schlüpfen der Larven hervorruft.

Kurzzeitige Salzgehaltsschwankungen gefährden die Existenz von *B. balanoides* nicht, doch dringt er kaum über mittlere Salzgehalte von 12–13 ‰ vor. Außerdem hat BARNES (1964) beobachtet, daß in salzarmem Wasser Sommertemperaturen über 17° C letal wirken, und daß im Strandgebiet junge Balaniden an Steinmolen durch starke Sandaufwirbelungen an Sturmtagen zerrieben werden.

B. balanoides ist mehrjährig. Er pflanzt sich nur einmal im Jahr fort. Das stärkste Wachstum findet während der ersten zwei Monate statt. Im allgemeinen erreicht die Art nach dem ersten Lebensjahr eine Basislänge von 12 mm. Später ist der Zuwachs äußerst unregelmäßig. In höheren Siedlungslagen wird *B. balanoides* fünf Jahre alt, aber nicht immer geschlechtsreif. Nahe der unteren Flutgrenze übersteht er höchstens drei Jahre, wird aber jedes Jahr geschlechtsreif. An der englischen Küste beginnt die Fortpflanzung, wie PYEFINCH (1948) und BARNES (1962a) berichten, schon Ende Februar/Anfang März, in der Kieler Bucht etwas später. Erst im März/Anfang April treten seine Nauplien im Plankton auf, und die Cypris-Larven besiedeln im April/Anfang Mai die Steinmolen. Die Planktonzeit dauert ~ 4 Wochen. Im Durchschnitt werden je Individuum 13 000 Larven erzeugt, von denen höchstens 3–5 auf die Fläche des Adulten zurückkehren, im optimalen Falle zehnmal soviel.

Auch in der Kieler Bucht erreichen im ersten Lebensjahr die Tiere eine Basislänge von ~ 10–12 mm, doch sind die Gehäuse äußerst flach, eine Erscheinung, die man immer wieder beobachten kann, wenn die Art extreme Biotop besiedelt. Der Rauminhalt der Gehäuse beträgt dann aber höchstens $\frac{1}{5}$ von dem in normalen Biotopen. In der Kieler

Bucht werden die Individuen im Mittel zwei Jahre alt, höchstens drei. Beim Vordringen in die Kieler Bucht verringern sich die Leistungen von *B. balanoides* wie auch bei den anderen Balaniden.

Vergleich der Verbreitungsareale und des Verhaltens der vorkommenden Balaniden

Vergleichen wir die Verbreitung und die Biologie der vier Arten, so zeigt sich Ähnliches, aber auch Unterschiedliches. Alle sind sessil, filtrieren ihre Nahrung aus dem vorbeziehenden Wasser und besitzen ein Planktonlarvenstadium. Dem Salzgehalt gegenüber zeigen sie unterschiedliche Reaktionen. Die beiden arktisch-borealen Arten finden schon im Polyhalinikum ihre Verbreitungsgrenze. Sie stoßen ins Mesohalinikum nur kurzzeitig vor. *Balanus crenatus* ist dagegen im α -Mesohalinikum noch in dichten Ansiedlungen anzutreffen, und *B. improvisus* dringt sogar bis ins Oligohalinikum vor. Gegenüber kurzen Salzgehaltsschwankungen sind alle vier Balaniden äußerst resistent. Nicht nur dem Salzgehalt gegenüber verhalten sich die beiden boreal-arktischen Arten ähnlich, auch gegenüber dem Phytoplankton. Sie pflanzen sich im Frühjahr zur Zeit der Diatomeenblüte fort. Bei *B. balanoides* erfolgt das Ausstoßen der Larven nur, wenn die Adulten reichlich *Skeletonema costatum* verzehrt haben. Ob bei *Balanus balanus* auch eine Abhängigkeit von bestimmten Phytoplanktern während der Fortpflanzung besteht, ist bisher noch nicht untersucht worden, ist aber wahrscheinlich. Das Wachstum wird bei beiden Arten vom Phytoplankton stimuliert, ebenso wie die Bildung der Geschlechtsorgane. Eine relativ untergeordnete Rolle spielt in der Biologie beider die Temperatur. Sie zeigen auch bei niedrigen Temperaturen optimale Leistungen. *B. balanoides* – auch reife Tiere – kann sogar wochenlang Eisbedeckung ertragen. Im Mesohalinikum bedeuten Temperaturen über 17° C für *B. balanoides* jedoch eine Verbreitungsschranke.

B. balanoides verträgt im Meer noch geringe Verschmutzung. *B. balanus* dagegen gilt als Reinwasserform. Im allgemeinen ist *B. balanoides* euryoeker und besitzt daher ein größeres Verbreitungsareal. *B. balanus* besiedelt nur das Sublitoral und bevorzugt die Wasserzonen unterhalb 18–20 m Wassertiefe. Sicher ist das stellenweise konkurrenzökologisch bedingt, da ihre Produktionszeit äußerst begrenzt ist und jeder folgende Besatz die Individuen überwachsen kann.

Vergleichen wir das Verhalten des borealen *B. crenatus* mit dem dieser arktisch-borealen Balaniden, so zeigt er eine größere Salzgehaltstoleranz. Ins β -Mesohalinikum dringt er jedoch nicht ein, da er empfindlich gegen zu starke Beimengungen an terrestrischem und limnischem Detritus in der Nahrung ist. Im Sublitoral des Boreals ist diese Art vom Eu- bis ins α -Mesohalinikum durch ihre lange Fortpflanzungszeit neben *Mytilus edulis* der Hauptbesiedler der Hartböden. Häufig verdrängen beide den vorhandenen Besatz, weil sie in besonders günstigen Produktionsjahren mit ihren dichten Populationen alle anderen sessilen Tiere ersticken. Eine gewisse Abhängigkeit von der Temperatur zeigt *B. crenatus*, denn Temperaturen unter 2–3° C hemmen alle Aufbaukräfte.

B. improvisus ist die Art mit der größten Salzgehaltstoleranz. Sie lebt auch noch im Oligohalinikum, akzeptiert Detritus limnischer und terristischer Herkunft. Diese Art zeigt sich im Boreal von Temperaturvorgängen sehr abhängig. Temperaturen nahe 0° C über längere Zeit und Eisbedeckung wirken letal. Ihre Leistungen sind wie auch bei den anderen Balaniden abhängig von der Höhe des Salzgehaltes und der Phytoplanktonmenge.

Die Verbreitung der Balaniden in der Kieler Bucht entspricht ihrer Toleranz gegenüber den oben aufgeführten Umweltbedingungen. *B. balanus* lebt in den tiefen Wasser-

zonen und dringt nur kurzzeitig ins Küstengebiet vor. *B. crenatus* ist – wie überhaupt im Boreal – im Sublitoral neben *Mytilus edulis* Hauptbesiedler der Pfähle und Steine. Alle brackigen Nebengewässer werden von *B. improvisus* besiedelt, ebenso die salzarme obere Wasserzone. Nach 1963, nach dem kalten Winter, sind in der Kieler Bucht jedoch seine Populationen geringer geworden. Die niedrigen Temperaturen haben viele Individuen vernichtet. Die relativ niedrigen Sommerwerte im Jahr 1965 haben seine Produktion nicht gesteigert, so daß kein dichter Bewuchs entstehen konnte.

B. balanoides, die Art, die erst in den letzten 30 Jahren eingewandert ist, zeigt in ihrer Ansiedlung große Schwankungen. Im heißen Sommer 1959 erlitt sie erhebliche Einbußen und wurde fast auf die nördliche Kieler Bucht zurückgedrängt. In den letzten Jahren, besonders nach dem kalten Winter 1963, führte die starke Aussüßung zu einer großen Vernichtung der Larvenschwärme und der jungen Populationen. Das Verbreitungsbild dieser Art ist heute noch äußerst wechselnd.

Zum Schluß noch einige Worte über das „Gestaltproblem“ bei diesen Balaniden. Die Ausbildung der Gehäuse weist eine große Mannigfaltigkeit auf. Bei gedrängter Festsetzung erfolgt ein starkes Längenwachstum, so daß die Individuen eine fünf-, sogar sechsfache Länge erreichen. Die Basis ist dabei sehr schmal. Diese Gebilde sind leicht der Zerstörung durch Wellenschlag oder andere mechanische Drucke ausgesetzt. Im allgemeinen haben die Gehäuse eine Kegelform, als „Patella“-Form bekannt.

Literatur

- Ax, P. (1953): Eine Brackwasser-Lebensgemeinschaft an Holzpfählen des Nordostseekanals. Kieler Meeresforsch. 8, 2: 229–234. – BARNES, H. (1962a): Note on variations in the release of nauplii of *Balanus balanoides* with special reference to the spring diatom outburst. Crustaceana 4, 2: 118–122. – BARNES, H., u. M. (1954): The general biology of *Balanus balanoides*. Oikos 5: 63–76; dies. (1962b): The distribution and general ecology of *Balanus balanoides* together with some observations on *Balanus improvisus* in the waters around the coasts of Denmark, southern Sweden and North-East Germany. Lunds Univ. Arsskrift NF. Avd 2 58, 8: 1–41. – BOJE, F. (1965): Die Bedeutung von Nahrungsfaktoren für das Wachstum von *Mytilus edulis*. Kieler Meeresforsch. 19. – BUCHHOLZ, H., u. L. SCHÜTZ (1953): Zur Kenntnis der im Litoral der Kieler Förde vorkommenden Seepocken. Kieler Meeresforsch. 9, 2: 285–287. – DIEDRICH (1961): Eine Forschungsfahrt zur Untersuchung der kurzfristigen Schwankungen in der Schichtung und Bewegung der Ostsee im Sommer 1960. Kieler Meeresforsch. 17, 135–137. – HOFFMANN, K. (1933): Die Vegetation der Nord- und Ostsee. TNO I e: 1–32. – KAENDLER, R. (1951): Wetterlage und Salzgehaltsschichtung zwischen Nord- und Ostsee. Deutsch. Hydrogr. Ztschr. 4: 150–169. – KREY, J. (1942): Nährstoff- und Chlorophylluntersuchungen in der Kieler Förde 1939. Kieler Meeresforsch. 4: 1–17. – KRÜGER, P. (1940): *Cirripedia* Bronn, Kl. Ordn. 5, 1–3: 1–503. – MÖBIUS, K. (1873): Die wirbellosen Tiere der Ostsee. Kiel –: 1–39. – PYEFINCH, K. A. (1948): Notes on the biology of Cirripedes. Mar. Biol. Ass. U.K. 27: 464–503. – SCHAFFER, P. (1922): Beiträge zur Kenntnis der *Cirripedia Thoracica* der Nord- und Ostsee. Wiss. Meeresunters. Abt. Helgoland 19: 211–250. – SCHÜTZ, L. (1963): Ökologische Untersuchungen über die Benthosfauna im Nordostseekanal I. Int. Revue Ges. Hydrobiol. 48, 3: 361–418. – WATTENBERG, H. (1950): Die Salzgehaltsverteilung in der Kieler Bucht und ihre Abhängigkeit von Strom- und Wetterlage. Kieler Meeresforsch. 6: 17–30. – WEIDEMANN, K. (1950): Untersuchungen über unperiodische und periodische hydrographische Vorgänge in der Beltsee. Ibid 7: 70–86. – WYRTKI, K. (1952): Der große Salzwassereinbruch in die Ostsee im November und Dezember 1951. Ibid 10: 19–25.

Anschrift der Verfasserin: Dr. Liselotte Schütz, 23 Kiel,
Zoologisches Institut der Universität, Hegewischstraße 3

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Faunistisch-Ökologische Mitteilungen](#)

Jahr/Year: 1967-1970

Band/Volume: [3](#)

Autor(en)/Author(s): Schütz Lieselotte

Artikel/Article: [ökologische und biologische Untersuchungen an den Balaniden der Kieler Bucht \(Crustacea, Cirripedia\) 269-277](#)