

**Steckbrief *Talitrus saltator* (Montagu, 1808)**Übergeordnete Systematik**Animalia** (Reich)**Arthropoda** (Phylum)**Crustacea** (Subphylum) Brünnich, 1772**Malacostraca** (Klasse) Latreille, 1802**Eumalacostraca** (Unterklasse) Grobben, 1892**Peracarida** (Überordnung) Calman, 1904**Amphipoda** (Ordnung) Latreille, 1816**Gammaridea** (Unterordnung) Latreille, 1802**Talitrida** (Infraordnung)**Talitroidea** (Superfamilie)**Talitridae** (Familie) Rafinesque, 1815**Orchestia** (Gattung) Leach, 1814*Orchestia cavimana* Heller, 1865*Orchestia gammarellus* (Pallas, 1766)**Platorchestia** (Gattung) Bousfield, 1982*Platorchestia platensis* (Krøyer, 1845)**Talitrus** (Gattung) Latreille & Bosc, 1802**→ *Talitrus saltator* (Montagu, 1808)****Deshayesorchestia** (Gattung) Ruffo, 2004*Deshayesorchestia deshayesii* (Audouin, 1826)

Die aufgelisteten Spezies und Gattungen sind Vertreter der Familie der Talitridae, welche man bisher an den Küsten der Ostsee gefunden hat. Die Angaben wurden aus der durch das Institut für Ostseeforschung Warnemünde bereitgestellten Datenbank (2011) entnommen. Die aufgeführte Taxonomie richtet sich nach dem World Register of Marine Species (2011).

**Talitrus saltator (Montagu, 1808)****1. Taxonomie und Systematik****Englischer Name:** sand hopper**Deutscher Name:** Strandfloh**Locus typicus:** südliche Küste von Devonshire (England)**Typenmaterial:** nicht recherchierbar

**Etymologie:** *Talitrus saltator*, welcher im Englischen auch als „sand hopper“ bezeichnet wird, erhielt seinen Namen aufgrund der typischen Hüpfbewegung, die bei den Tieren beobachtet werden kann, wenn sie aufgeschreckt werden. Sie springen „indem sie den sonst untergeschlagenen Hinterleib plötzlich gerade strecken und sich so empor schnellen“ (Schellenberg, 1942). Dabei kann die Länge der Sprünge 10 bis 30 cm betragen. Der erste Teil des Gattungsnamen „*Talitrus*“ bedeutet so viel wie „Ansporn“ (Bate, 1862).

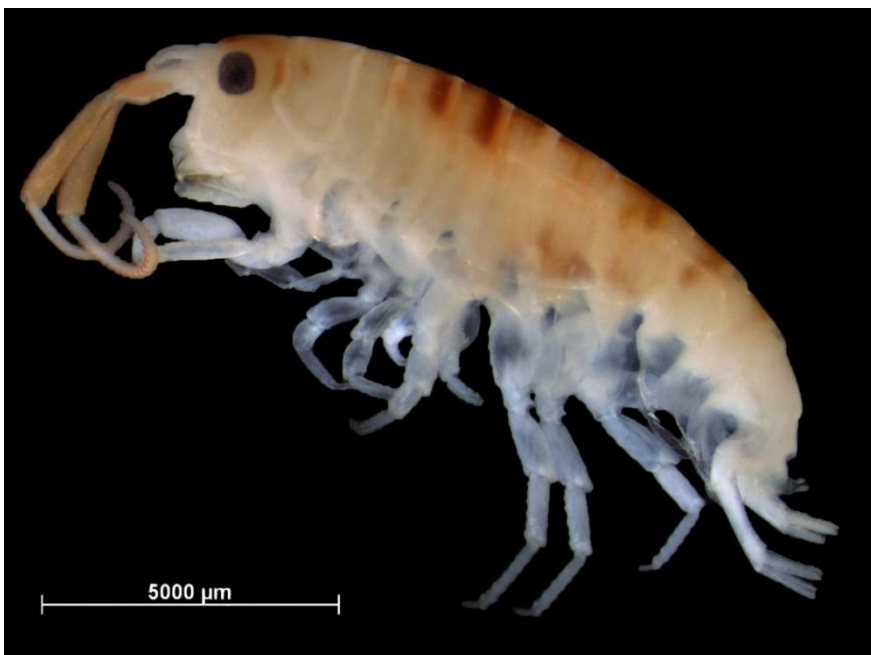
**Synonyme:** *Talitrus littoralis* Leach, 1814*Talitrus locusta* Sars, 1890**Basionym:** *Cancer (Gammarus) saltator* Montagu, 1808 (Monotyp)

Abbildung 1: *Talitrus saltator*- Habitus eines Männchens von links; Torfbrücke Graal-Müritz; 26.04.2011; Institut für Angewandte Ökosystemforschung Neu Broderstorf- Foto: Gesine Lange (2011)



Abbildung 2: *Talitrus saltator*- Habitus eines Männchens von rechts; Niobe (Fehmarn); 17.04.2011; Institut für Angewandte Ökosystemforschung Neu Broderstorf - Foto: Gesine Lange (2011)

Montagu beschreibt 1808 in seinem Werk „Description of several Marine Animals found on the South Coast of Devonshire“ eine Art unter dem Namen *Cancer (Gammarus) saltator*, welche heute sowohl die Typusart der Gattung *Talitrus* als auch das Basionym der gültigen Art *Talitrus saltator* darstellt. Der Autor stellt fest, dass diese Tiere im Sommer an den Stränden der Küste auftreten, wo sie in alle Richtungen umherspringen. Morphologisch beschreibt Montagu die Organismen als Tiere mit einer kurzen Antenne und einer ausgeprägten Mundpartie an der Unterseite des Kopfes.

Sars erwähnt in seiner Publikation von 1890 die Art *Talitrus locusta*. Dieser Name ist heute ungültig und ein Synonym von *T. saltator*. Der Autor bezieht sich bei der Vergabe des Namens auf die von Pallas (1766) beschriebene Art *Oniscus locusta* und schreibt in diesem Zusammenhang, dass nach den Vorrangsregeln, der Name „*locusta*“ dem Namen „*saltator*“, welcher von Montagu (1808) verwendet wird, vorzuziehen ist (Sars, 1890). Der Begriff „*Locusta*“ wurde als Name für diese Art verwendet, weil er im Lateinischen „Heuschrecke“ bedeutet und die vorgewölbten Mundwerkzeuge dieser Art stark an die Mundwerkzeuge einer Heuschrecke erinnern (Bate, 1862). Der Gattungsname *Talitrus* wurde 1802 von Latreille & Bosc errichtet.

Milne-Edwards (1830) hingegen erachtet den Namen „*saltator*“ als zutreffend für die Art und betitelt sie deshalb als *Talitrus saltator*. Der Autor berichtet von ihrem Vorkommen an den Nord- und Westküsten Frankreichs, wo sie aufgrund ihrer beachtlichen Sprungkraft für gewöhnlich als „Puces de mer“ (Meerflöhe) bezeichnet werden.



Abbildung 3: *Talitrus saltator*- Habitus eines Weibchens von links; Torfbrücke Graal-Müritz; 26.04.2011; Institut für Angewandte Ökosystemforschung Neu Broderstorf - Foto: Gesine Lange (2011)



Abbildung 4: *Talitrus saltator*- Habitus eines Weibchens von rechts; Torfbrücke Graal-Müritz; 26.04.2011; Institut für Angewandte Ökosystemforschung Neu Broderstorf- Foto: Gesine Lange (2011)

## 2. Morphologie

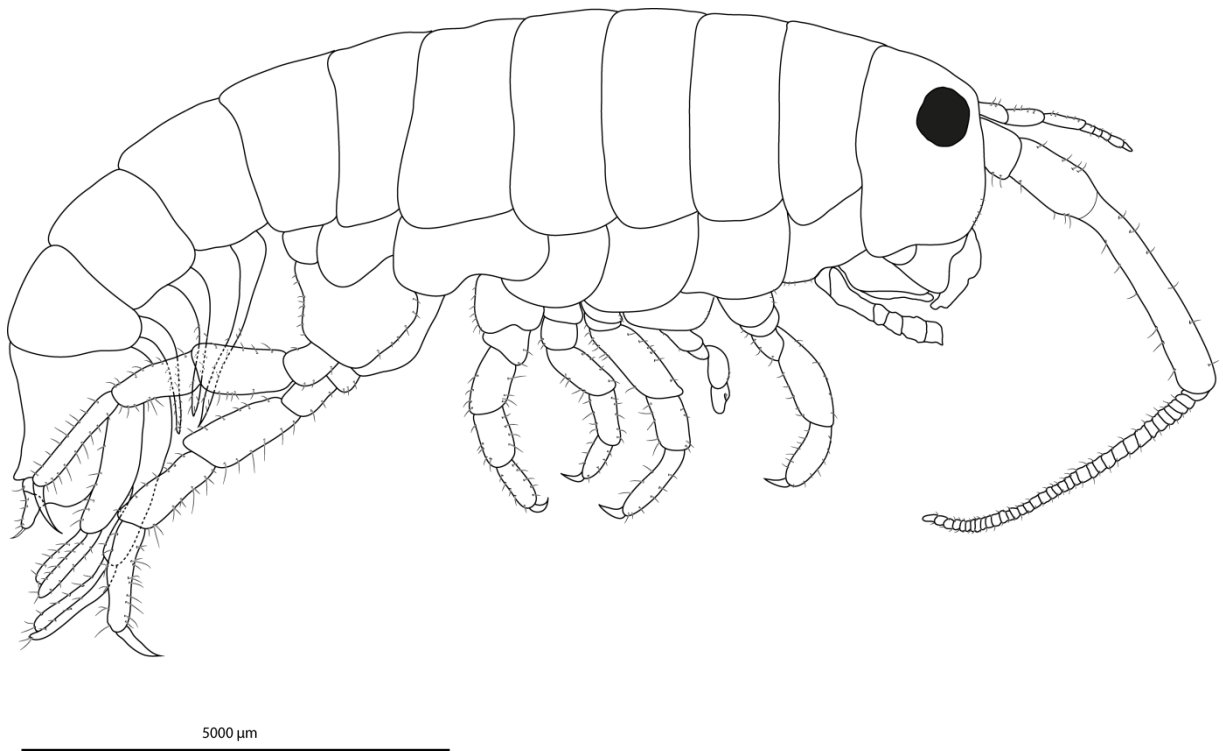


Abbildung 5: *Talitrus saltator*- Habitus eines Männchens; Niobe (Fehmarn); 17.04.2011; Institut für Angewandte Ökosystemforschung Neu Broderstorf - Zeichnung: Gesine Lange (2011)

Die **Größe** der Männchen kann bei *T. saltator* 16 mm bis 25 mm betragen (Stebbing, 1906). Ruffo (1993) erwähnt eine Größe der Männchen derselben Art von nur 13 mm. Andere Autoren machen allerdings Angaben zur Größe von *T. saltator*, die mit den von Stebbing 1906 angegebenen Längen übereinstimmen. Weibliche Exemplare der Art sind kleiner als die Männchen. Sie sind zwischen 12 mm (Ruffo, 1993) und 15 mm (Stebbing, 1906) lang.

Die **Farbe** der Tiere reicht von einem milchigen Grau beziehungsweise Grauweiß über Graubraun bis zu einem hellen Gelb. Außerdem verfügen Männchen sowie Weibchen über braune oder dunkelgraue bis blaue Flecken und Streifen auf dem Rücken, welche vor allem bei größeren Individuen deutlich sichtbar sind (Stephensen, 1929; Schellenberg, 1942; Lincoln, 1979; Hayward & Ryland, 1994). Diese Färbung dient der Anpassung an Sandstrände, welche den Lebensraum von *T. saltator* darstellen. Die charakteristische, dorsale Markierung unterscheidet *T. saltator* von der nahe verwandten Art *Deshayesorchestia deshayesii* (Audouin, 1826) und allen Amphipoden, die als „beach fleas“ bezeichnet werden (Spicer & Janas, 2006). Die Geißeln der zweiten Antennen von *T. saltator* sind bläulich (Köhn & Gosselck, 1989).

Die folgenden Beschreibungen zur Morphologie des Aufbaus von *T. saltator* beruhen auf den Publikationen von Montagu (1808), Stebbing (1906), Stephensen (1929), Schellenberg (1942), Reid (1947), Engelbrecht (1959/60), Lincoln (1979), Köhn & Gosselck (1989), Ruffo (1993), Hayward & Ryland (1990), Serejo (2004) und Spicer & Janas (2006). Ergänzend zu den Beschreibungen ist der Habitus der Art in den Abbildungen 1-5 dargestellt.

Der **Körper** der Talitridenart ist länglich und an den Seiten zusammengedrückt. Während das Pereon relativ breit ist, ist der Hinterleib (Pleon) mehr komprimiert. Männliche Tiere unterscheiden sich unter anderem durch ihre länglichere Körperform von weiblichen Exemplaren. Außerdem ist der Pereonbereich bei Weibchen in der Regel breiter als bei den Männchen. Die Haut der Tiere ist weich und flexibel, da *Talitrus* im Gegensatz zu anderen Amphipoden kein kristallines Calciumkarbonat einlagert. Der **Kopf** ist verhältnismäßig groß und, wie für die Familie typisch, ohne Rostrum. Dem mittleren Teil des Kopfes fehlen cuticuläre Schuppen (Frelon-Raimond et al., 2002). Die großen, rundlichen, dunklen Augen sind violettbraun. Die kleinere **Antenne 1** erreicht das Ende des 4. Stielgiedes der Antenne 2 und verfügt über eine 5-gliedrige Geißel. Eine Nebengeißel fehlt. **Antenne 2** ist bei Männchen und Weibchen unterschiedlich ausgebildet. Die Antenne 2 der Männchen ist fast körperlang und sehr robust. Ihre Geißel ist circa 35-gliedrig, wobei die meisten Glieder einen deutlichen, distalen Zahn haben. Antenne 2 der Weibchen ist viel kürzer und weniger robust als die der Männchen. Dennoch ist die 2. Antenne weiblicher Tiere ungefähr 3-mal so lang wie ihre 1. Antenne. Die Geißel der Antenne 2 des Weibchens besteht aus etwa 25 kurzen und dicken Gliedern. Die dickeren Stielglieder, vor allem Glied 5, sind bei Weibchen kürzer als bei Männchen. Glied 5 ist aber in beiden Geschlechtern länger als Glied 4. Die ersten beiden Stielglieder der Antenne 2 sind extrem mit dem Kopf verwachsen und daher nicht zu erkennen. Antenne 1 und 2 eines männlichen und weiblichen Tieres sind in Abbildung 6 dargestellt.

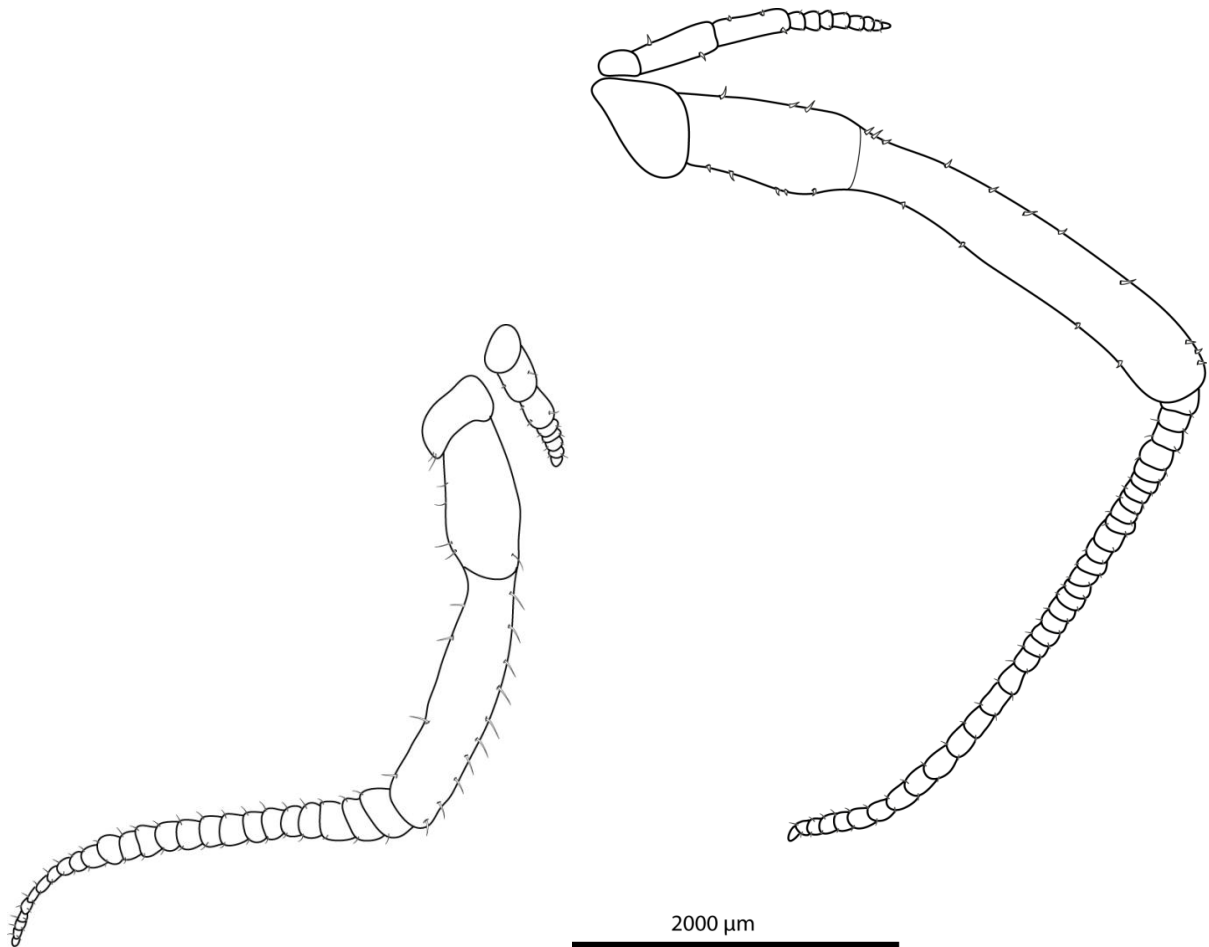


Abbildung 6: *Talitrus saltator*- Antenne 1 und 2 eines Weibchens (links) und eines Männchens (rechts). Niobe (Fehmarn); 17.04.2011; Institut für Angewandte Ökosystemforschung Neu Broderstorf- Zeichnung: Gesine Lange (2011)

Die Mundwerkzeuge an der Ventralseite des Kopfes ragen weit hervor. Die **Mandibel** besitzt keinen Palpus. Die **1. Maxille** verfügt über einen schmalen inneren Lappen (Lobus) und 2 Borsten. Ihr äußerer Lobus trägt 9 Dornen und hat einen sehr kleinen Palpus. Der kurze, breite Palpus der Maxille 1 ist zweigelenkig. Der innere Lobus der **Maxille 2** hat eine große Borste an der Innenseite. Die Mundwerkzeuge sind, so wie sie für *T. saltator* beschrieben werden können, typisch für die Familie Talitridae. Typisch für die Gattung *Talitrus*, hinsichtlich der Mundwerkzeuge, ist der nur angedeutete Anhang des breiten Palpus des **Maxilliped**. Ein 4. Anhang fehlt völlig. Der **Gnathopod 1** ist in beiden Geschlechtern einfach aber stark bedorn. Sein leicht spitz zulaufender Propodus ist deutlich kürzer als sein länglicher Carpus. Die Coxa ist rechteckig verbreitert. Auch **Gnathopod 2** ist bei Männchen und Weibchen weitestgehend gleichartig. Er erfüllt in beiden Geschlechtern eine Funktion als Putzfuß. Er ist „schwach subchelat, da sich der Propodus in einen weichhäutigen, abgerundeten Lappen über das distale Ende des Dactylus hinaus verlängert“ (Engelbrecht, 1959/60). Die große Basis ist stark

verbreitert und von ovaler Form. Bei Männchen ist der Carpus etwas länger als der fäustlingsförmige Propodus. Letzterer hat eine abgerundete Spitze. Im Gegensatz zum Gnathopoden 2 sind die **Pereopoden 1-5** reich bestachelt. Wie bei allen Vertretern der Unterordnung Gammaridea befinden sich an der Vertralseite des Pereons Gnathopod 1 und 2 sowie die Pereopoden 1-5. Bei *T. saltator* ist der Pereopod 1 länger als Pereopod 2 und 3. Die Basis des 3. Pereopod ist breiter als lang. Seine Coxa ist in der Mitte breit gespalten. Bei Pereopod 1 und 2 ist die Coxa länger als breit. Bei den robusten Pereopoden 3 bis 5 ist sie jedoch breiter als lang. Der letzte Pereopod besitzt eine stark verbreiterte Basis (Abbildung 7).

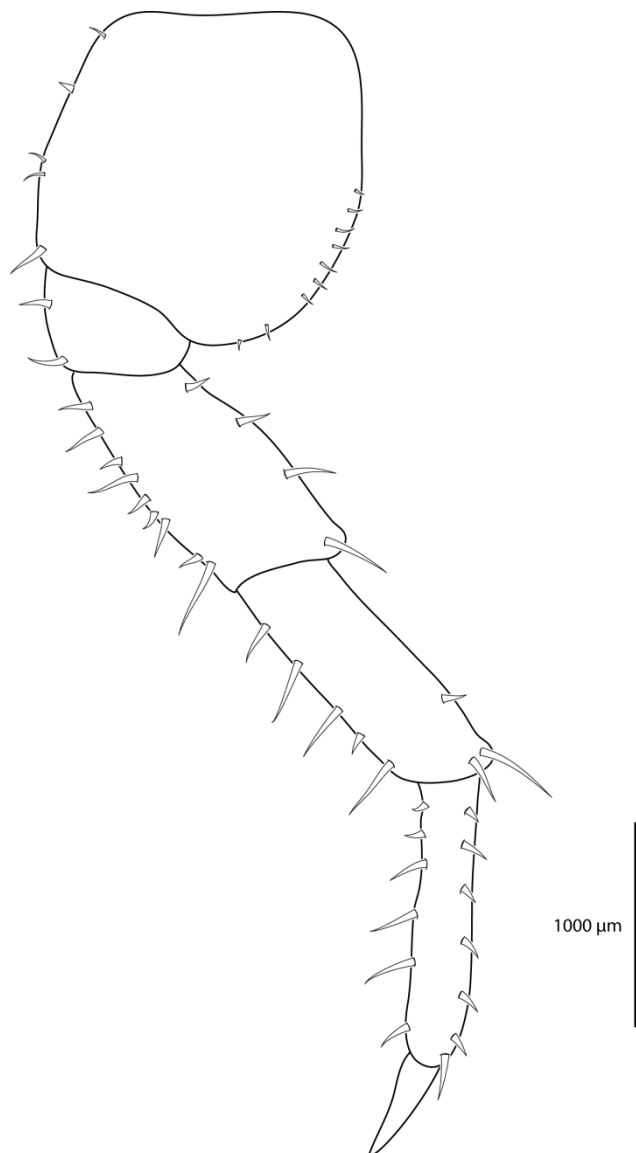


Abbildung 7: *Talitrus saltator*- Pereopod 5 eines Weibchens. Niobe (Fehmarn); 17.04.2011; Institut für Angewandte Ökosystemforschung Neu Broderstorf- Zeichnung: Gesine Lange (2011)



**Coxalplatte 1** ist distal verschmälert. Die Coxalplatten 2 bis 4 sind zumeist quadratisch und lassen eine schwach angedeutete Einbuchtung am Hinterrand erkennen. Sie werden von einem kurzen Zahn begrenzt. Die **Epimeralplatte 3** ist postero-distal stumpfwinklig. Ihr hinterer Rand ist gerade und verfügt über einen Einsatz von zahlreichen, kurzen Börstchen. Uropod 1 und 2 sind bestachelt. Allerdings trägt der Exopodit des **Uropod 1** nur an seinem dorsalen Rand eine Reihe von Stacheln. Die innere Seite dieses Exopoditen ist stachellos (Abbildung 8).

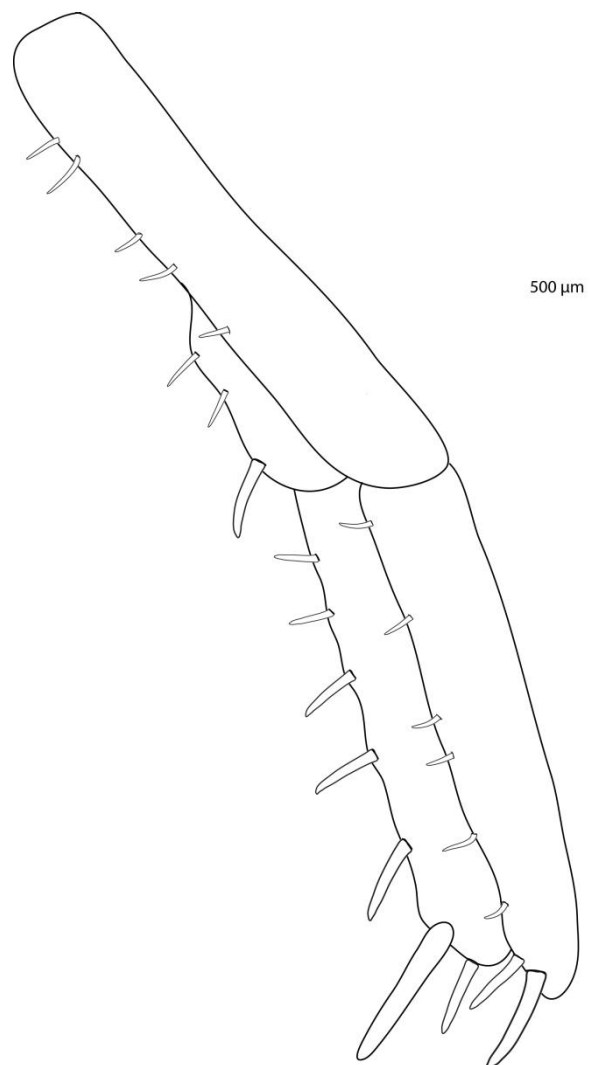


Abbildung 8: *Talitrus saltator*- Uropod 1 eines Weibchens. Niobe (Fehmann); 17.04.2011; Institut für Angewandte Ökosystemforschung Neu Broderstorf- Zeichnung: Gesine Lange (2011)

**Uropod 3** ist klein und besteht aus einem bedornen Stiel und einem Ast (Ramus), der dorsal 4 starke Dornen sowie einen langen Enddorn trägt, welcher so lang wie der Ast selbst ist (Abbildung 9). Ein solcher Enddorn ist beispielsweise bei *Platorchestia platensis* (Krøyer, 1845) in dieser Form nicht vorhanden. Stiel und Ast des Uropod 3 sind ungefähr gleich lang.

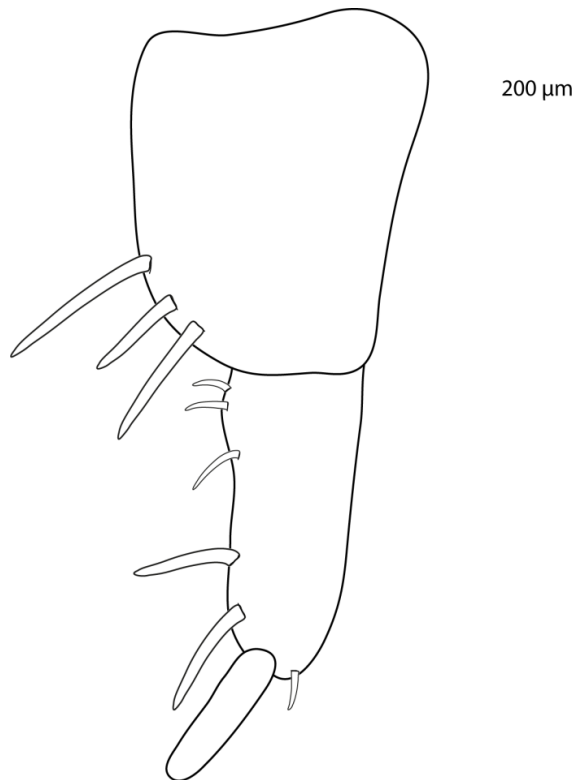


Abbildung 9: *Talitrus saltator*- Uropod 3 eines Weibchens. Niobe (Fehmarn); 17.04.2011; Institut für Angewandte Ökosystemforschung Neu Broderstorf- Zeichnung: Gesine Lange (2011)

Das **Telson** ist dick, breiter als lang und nur auf der Oberseite schwach bedornt. Diese Dornen sind zu 2 Halbkreisen angeordnet, die nach hinten offen sind und in der Mitte zusammenstoßen. Die aus Dornen gebildeten Halbkreise laufen median dem ungespaltenen Hinterrand zu, wobei sie in 2 parallelen Stachelreihen auslaufen.

#### *Talitrus saltator* & *Deshayesorchestia deshayesii*

Beide Arten sind Vertreter der Familie Talitridae und kommen im Baltikum vor. Sie treten stellenweise zusammen auf und sind sich optisch auf den ersten Blick sehr ähnlich. Morphologisch unterscheiden sie sich an den 3. Uropoden. Sie haben bei *T. saltator* einen langen Enddorn. Bei *D. deshayesii* befinden sich einige kurze Stacheln am Ende des Astes des 3. Uropoden. Des Weiteren ist der 2. männliche Gnathopod bei *T. saltator* klein und fäustlingsförmig. Bei *D. deshayesii* ist dieser groß, subchelat und läuft antero-ventral in einem großen Haken aus. Außerdem unterscheiden sich die beiden Arten in ihrer Größe und Farbgebung. *D. deshayesii* ist blass braun und hat dunklere Streifen auf dem Rücken als *T. saltator*. *T. saltator* ist die größere von beiden Arten (Hayward & Ryland, 1994).

### 3. Ökologie

#### Bewegung

Im Wasser ist *T. saltator* zwar in der Lage sich durch Schlagen der Pleopoden und des Urosoms in der Schwebelage zu halten aber das **Schwimmen** in eine bestimmte Richtung ist nicht mehr möglich. Beim **Laufen** ist Antenne 2 nach vorne gerichtet und fungiert als Tastorgan (Köhn & Gosselck, 1989). Das Ischium der 1. Gnathopoden, die parallel zur Unterseite des Körpers getragen werden, ist nach vorn abgewinkelt. Die 1. Gnathopoden werden nur beim Überwinden von Hindernissen genutzt. Dabei werden ihre hakenartigen Enden an den zu überwindenden Gegenstand gekrallt und der Körper vorwärts gezogen. Die 2. Gnathopoden liegen eingefaltet an der Bauchseite des Körpers an während die Pereopoden 1 und 2 als eigentliche Lauforgane dienen. Das Ischium ist hier ebenfalls nach vorn abgewinkelt. Die krallenförmigen Dactyli zeigen nach unten und schlagen sich beim Laufen in den Boden ein. Gleichzeitig heben sie den Körper und ziehen ihn vorwärts. Die 3. kurzen Pereopoden, die seitlich etwas steif abstehen, werden beim Laufen kaum gebogen, sondern mitgeschleift. Erst wenn das Tier eine Rückwärtsbewegung macht werden sie gebraucht. Bei dieser Bewegung werden die 3. Pereopoden gegen den Boden gestämmt und im Merus-Carpus-Gelenk gekrümmt während der Dactylus im Sand verhakt wird. Dabei wird der Körper nach hinten gezogen. Die 4. Pereopoden verhindern das Umkippen des lateral zusammengepressten Körpers indem sie nahezu rechtwinklig von der Seite des Pereons abgespreizt werden. Beim Vorwärtslaufen sind also nur die 1. und 2. sowie die 4. und 5. Pereopoden beteiligt. Die beiden zuerst genannten Pereopoden ziehen den Körper, die beiden letzten schieben ihn (Schellenberg, 1942). Werden die Tiere erschreckt, zeigen sie als Fluchtverhalten eine **Hüpfbewegung**, deren Richtung das Tier nicht kontrollieren kann und die es solange ausführt bis ein vermeintlich sicherer Ort gefunden ist. Die Bewegung selbst wird durch einen Schwanzschlag ausgeführt, wobei der sonst untergeschlagene Hinterleib gestreckt wird. Dabei steht *T. saltator* auf seinen Beinen, was normalerweise untypisch für Amphipoden ist. Die Hüpfbewegung wird wahrscheinlich unter anderem durch die weiche und flexible Haut des *T. saltator* ermöglicht. Auch dies ist für die Ordnung der Amphipoda untypisch, da diese ihre Haut für gewöhnlich durch Ablagerungen von kristallinem Calciumkarbonat härten (Reid, 1947). Beim **Eingraben** sind die 1. Gnathopoden und die Pereopoden 1 und 2 maßgeblich beteiligt. Sie wirken als Schaufel und sorgen für den Rückwärtstransport des Sandes. Der

Sand wird dabei an der Bauchseite entlang zur Oberseite des Urosoms geleitet, welches den Sand dann durch Strecken bis 15 cm weit wegschleudert. Das Tier gräbt sich mit dem Kopf voran ein. Während des Eingrabens macht *T. saltator* eine 180°-Drehung. Wenn sich das Tier weit genug eingegraben hat, das bedeutet, dass der Sand, den es nach hinten wegschleudert, nicht mehr an der Strandoberfläche landet, dreht es sich in der gebauten Röhre um, sodass der Kopf in Richtung Ausgang zeigt und die 2. Antennen horizontal auf der Oberfläche des Sandes abgelegt werden können. Die Antennen glätten den Sand und verschließen so den Eingang der Röhre. Da die Tiere feuchten Sand als Lebensraum wählen, bedarf es beim Bau der Wohnröhren keines verklebenden Sekretes. Die 2. Gnathopoden dienen als Putzfüße und sind demnach für das **Säubern** der Extremitäten an der Unterseite des Körpers sowie des Urosoms zuständig. Letzteres wird auch an der Oberseite gereinigt. Die Gnathopoden arbeiten dabei unabhängig voneinander (Schellenberg, 1942).

### Salinität

Da es sich bei *T. saltator* um eine terrestrische Art handelt, lassen sich kaum Angaben zur Salzverträglichkeit dieser Art finden. Ein Versuch von Robertson (1887) zeigt aber, dass die Tiere in Salzwasser mehrere Tage unbeschadet überleben können. *T. saltator* geht zwar nie selbst ins Wasser (Bate, 1862), kommt aber über den Boden und über die Nahrung mit dem Salz des Meeres in Kontakt. Außerdem bewohnen die Organismen keine Süßwasserhabitats, was möglicherweise darauf hinweist, dass ein gewisser Salzgehalt erforderlich für *T. saltator* ist.

### Habitat

*T. saltator* ist ein typischer Bewohner von Sandstränden. Genauer gesagt bewohnt er den Bereich der oberen Flutlinie beziehungsweise die Spritzwasserzone (Supralitoral), vor allem da, wo angespülter Tang liegt. Jankauskiene & Safonoviene (2009) fanden heraus, dass diese Art an der litauischen Ostseeküste die geringste Populationsdichte in dem Gebiet aufweist, das zwischen den Dünen und dem Teil des Strandes liegt, der über 10 m von der Uferlinie entfernt ist. Den Tag über sind die Tiere im Sand vergraben. Sie halten sich dann in selbst gebauten Röhren auf. Der Sand muss, damit er von den Talitriden bewohnt wird, feucht sein. Nasser oder trockener Sand wird nicht als Lebensraum genutzt (Papi, 1955; Pardi & Scapini, 1987). Setzt man die Tiere auf trockenem Sand aus, zeigen sie das unter „Bewegung“ beschriebene Fluchtverhalten (Papi, 1955). Die Korngröße des Sandes spielt bei der Verbreitung von *T. saltator* keine entscheidende Rolle (Reid, 1947). Nachts suchen die Tiere

im Bereich des Spülsaumes nach Nahrung. Dazu verlassen sie schon bei Beginn der Dämmerung ihre Wohnröhren. Bei dieser Nahrungssuche entfernen sie sich mehrere 10 m von ihrer bevorzugten Zone (Schellenberg, 1942; Ugolini, 2003). Manche Autoren berichten, dass *T. saltator* sich am Tag nicht nur im Sand vergräbt, sondern auch unter organischem Strandanwurf und angespülten Gegenständen sowie Schutt zu finden ist (Remane, 1940; Pardi & Scapini, 1987; Lincoln, 1979; Spicer & Janas, 2006). Engelbrecht (1959/60) behauptet aber, dass die Tiere sich vorwiegend an der oberen Flutgrenze vergraben und weniger im Anwurf von *Fucus* und *Zostera* vorkommen. Wie bereits erwähnt, wird das Wasser von diesen Amphipoden gemieden. Um der Flut zu entgehen, wandern die Tiere landeinwärts. Dieses Verhalten stellt eine Anpassung an das Leben an Land dar (Schumacher, 2008). Möglicherweise dient in der Familie Talitridae eine Gruppe einzelliger Drüsen an der Hinterkante der Segmente des Urosoms, in der Seitenplatte von Gnathopod 1 und 2 sowie Pereopod 1-5 und in den Pleonepimeren dem Erhalt der Hautfeuchtigkeit (Stephensen, 1929). Im Winter zieht sich *Talitrus* in tiefe Überwinterungsgänge in Nähe der Dünen zurück (Remane, 1940). Weiterhin ist erwähnenswert, dass *T. saltator* Regionen mit hohem touristischem Aufkommen meidet und wenn nötig in andere Habitate abwandert, die der Mensch nicht so stark nutzt (Fanini et al., 2005).

### Ernährung

*T. saltator* ist eine omnivore Art. Zu seinen Hauptnahrungsquellen zählen angeschwemmte Überreste tierischer und pflanzlicher Substanzen, die er während seiner nächtlichen Nahrungssuche im Spülsaumbereich findet. Zusätzlich ist er dazu in der Lage kleinere Tiere lebend zu fangen und zu verzehren (Schellenberg, 1942; Köhn & Gosselck, 1989). *T. saltator* ist ein wichtiger Konsument von Seetang und anderen Makrophyten, wobei seine Konsumrate abhängig von der vorherrschenden Konkurrenz mit anderen Konsumenten ist. Außerdem hängt die Konsumrate von den physikochemischen und morphologischen Eigenschaften der als Nahrung dienenden Makrophyten und ihrer Verfügbarkeit ab. Dies wirkt sich auf die Biomasse der Tiere aus (Olabarria et al., 2009; Jankauskiene & Safononiene, 2009). Es kann angenommen werden, dass an Orten mit einem hohen Makrophytenaufkommen auch die Talitridendichte höher ist. Beim Auftreten eines ontogenetischen Nahrungswechsels lässt sich anhand des Nahrungsnetzes eine Unterscheidung der Entwicklungsstadien innerhalb der Art vornehmen, da er in Zusammenhang mit den physiologischen Veränderungen (zum Beispiel Wachstum) auftritt. Für juvenile und adulte Tiere männlichen und weiblichen Geschlechts ist der makrophytische Detritus eine wichtige Nahrungsquelle. Für gewöhnlich bilden

Braunalgen die Nahrungsgrundlage von *T. saltator*, obwohl ihr Nährwert geringer als der von Rot- oder Grünalgen ist. Dies wird durch eine längere Zersetzungszeit der Braunalge ausgeglichen, durch die sie länger als Nahrungsquelle für den Konsumenten zur Verfügung steht. Potentielle Nahrungsquellen sind beispielsweise das Seegras *Zostera marina* und die Braunalge *Fucus vesiculosus*. Rotalgen können manchmal giftig auf *T. saltator* wirken (Schumacher, 2008). Erwachsene Männchen zeigen eine größere Variation innerhalb des Nahrungsspektrums im Vergleich zu erwachsenen Weibchen und Jungtieren. Alle nutzen aber ähnliche Nahrungsressourcen (Olabarria et al., 2009).

### Reproduktion

Amphipoden sind getrennt geschlechtlich. Ihre Keimdrüsen sind immer paarig angelegt und beide Hälften sind vollkommen voneinander getrennt. Die männlichen Geschlechtsorgane bestehen aus einem Paar langer Röhren. Der vordere Abschnitt ist der Hoden. Darauf folgt der Samenleiter (Vas deferens), dem sich Ductus ejaculatorius anschließt. An der Bauchseite des 7. Pereonsegments münden die Geschlechtsorgane auf einem Paar kurzer Papillen. Die weiblichen Geschlechtsorgane sind ähnlich wie die männlichen aufgebaut. Sie münden im 5. Pereonsegment. Das Weibchen trägt die Eier in einem Brutsack (Marsupium) (Stephensen, 1929). Bei der Begattung greift sich das Männchen ein frisch gehäutetes Weibchen mit seinen 2. Antennen und den 1. Gnathopoden und dreht mit ihnen das Weibchen quer zur eigenen Körperrichtung auf den Rücken. Das weibliche Tier bleibt dabei mit den 2. Antennen umklammert. Die Bauchseiten beider Kopulationspartner befinden sich nun aneinander, sodass das Männchen sein Sperma in den Brutraum des Weibchens absetzen kann (Schellenberg, 1942). Trächtige Weibchen treten von Anfang Mai bis August auf. Sie tragen pro Individuum bis zu 17 Eier. Je ein Ei hat eine Größe von 1 x 1,5 mm. Die Entwicklungsdauer der Eier ist temperaturabhängig und variiert zwischen 9 und 24 Tagen. Auch die Entwicklung des Marsupiums ist temperaturabhängig (Köhn & Gosselck, 1989). Nachdem die Jungen die Eihaut gesprengt haben, bleiben sie 2 bis 8 Tage im Brutraum der Mutter. Nach dem Schlüpfen sind die Jungen in etwa 3,5 mm groß. Es kann 3 bis 4 Bruten im Jahr geben. Vor jeder Eiablage erfolgt eine Häutung des Tieres. Anschließend kann ein Zwischenstadium mit borstenlosen Brutlamellen auftreten. Die nächste Reifehäutung bringt wieder Individuen mit beborsteten Brutlamellen und eine Brut hervor. Nach einem raschen Wachstum im Frühling und Sommer (Olabarria et al., 2009) erreichen die Tiere die Geschlechtsreife im Sommer nach ihrer Geburt anstatt im vorangehenden Winter. Die Adulten sterben mitunter bereits im 2. Herbst ihres Lebens oder noch vor dem folgenden

Frühling. Die gesamte Lebensdauer beläuft sich somit auf circa 1,5 Jahre (Schellenberg, 1942). Männchen können aber auch etwas älter werden. Sie erreichen ein Alter von bis zu 21 Monaten (Marques et al., 2003). Anastácio et al. führten 2003 eine Studie zur Reproduktion von *T. saltator* in Portugal durch, die ergab, dass Reproduktionsprozesse bei Temperaturen von über 14°C und einer Fotoperiode von 13:10 (L:D) beginnen. Die Autoren schreiben auch, dass Versuche von Williams (1978) zu dieser Thematik andere Ergebnisse hervorbrachten. Hier beginnt die Reproduktion bei einer Fotoperiode über 14:10 (L:D) und die Umgebungstemperatur übt keinen signifikanten Einfluss auf den Reproduktionsstart aus (Anastácio et al., 2003). Hinsichtlich dieses Aspektes besteht noch Forschungsbedarf.

### Wechselwirkungen mit der Umwelt

Talitriden gehören zu den Sandbewohnern mit der größten Abundanz an freien Stränden und spielen, wie schon erwähnt, eine Rolle als Seetangkonsument (Olabarria et al., 2009). *T. saltator* ist in diesem Zusammenhang als wichtiger Zersetzer von organischem Material zu betrachten. Die Art hat keine spezifischen Prädatoren. Dennoch werden die Tiere gelegentlich und zum Teil unabsichtlich von vielen Invertebraten und Vertebraten gefressen (Ugolini, 2003). Des Weiteren stellen sie aufgrund ihres Proteinanteils eine Hauptnahrungskomponente für Küstenvögel dar (Montagu, 1808; Reid, 1947, Jankauskiene & Safonoviene, 2009). An der Ostsee tritt *T. saltator* häufig zusammen mit der nahe verwandten und optisch ähnlichen Art *D. deshayesii* auf. Beide Arten sind an Sandstränden heimisch. *D. deshayesii* bevorzugt feinsandige Strandabschnitte. *T. saltator* bewohnt auch grobkörnigeren Sand (Reid, 1947). Teilweise wird *T. saltator* auch zusammen mit *Orchestia gammarellus* (Pallas, 1766) ,einem anderen Vertreter der Familie der Talitriden, angetroffen. Beide Arten sind im nordöstlichen Baltikum verbreitet und kommen zusammen an der Britischen Küste vor. Im Gegensatz zu *T. saltator* wird *O. gammarellus* aber oft zwischen Steinen aufgefunden (Bell et al., 1910). Laut Beobachtungen von Engelbrecht auf Hiddensee schließen sich *P. platensis* und *T. saltator* in ihrem Vorkommen aus. Dies ließ sich durch eine scharfe Abgrenzung des Verbreitungsgebietes entsprechend der jeweiligen Strandbeschaffenheit an der Westküste Hiddensees feststellen. Anders als *T. saltator* zieht *P. platensis* Stein- und Geröllstrände den Sandstränden vor (Engelbrecht, 1959/60).

## Verhalten

Die Aktivitäten der Talitriden haben einen festen Tagesrhythmus, wobei der Sonnenaufgang bei *T. saltator* als Zeitgeber fungiert. Aktivitäten auf dem Sand kommen nach Sonnenaufgang zum Erliegen, was bedeutet, dass die Tiere dunkelaktiv sind. Die Bewegungsaktivität kommt auch bei Kälte zum Erliegen. Außerdem verzögert Kälte das Auftreten von aufeinanderfolgenden Aktivitätspeaks nach der Rückkehr zu Normaltemperaturen (Bregazzi, 1972). Die Aktivitäten von *T. saltator* verlaufen bei Tieren, die in Gruppen leben regelmäßiger als bei einzelnen Individuen. Es wird daher vermutet, dass der generelle Aktivitätsbeginn mit den ersten aktiven Individuen synchronisiert wird. Außerdem sinkt die Intensität der Aktivitäten von *T. saltator* mit steigender Populationsdichte (Bregazzi & Naylor, 1972; Hagerman & Østrup, 1980). Die nahe verwandte Art *D. deshayesii* weist zwar bezüglich eines bestimmten Tagesrhythmus ein ähnliches Aktivitätsmuster auf aber ihr Zeitgeber ist die Abenddämmerung (Nardi et al., 2000). Pardi und Scapini beschrieben 1987 die folgenden prinzipiellen **Orientierungsrichtungen** für *T. saltator*:

- Schnelle Orientierung in Wasserrichtung, damit die Tiere nicht austrocknen
- Es wird keine bestimmte, sondern eine beliebige feuchte Stelle aufgesucht
- Die Tiere erreichen den feuchten Sand auf dem kürzesten und damit energetisch sparsamsten Weg (senkrecht zum Küstenverlauf)
- Die Bewegungsrichtung wird durch das Milieu bestimmt: im Meerwasser oder auf nassem Sand bewegen sich die Tiere landeinwärts, auf trockenem Sand bewegen sie sich meereinwärts
- Eine direkte Sicht des Meeres ist nicht entscheidend für die Rückkehrbewegung

*T. saltator* ist fähig sich im Schatten nach dem polarisierten Licht des Himmels zu orientieren. Bei der **Orientierung nach polarisiertem Licht** bewegen sich die Tiere fast gerade und meist im rechten Winkel zur Wasserlinie (senkrecht zum Küstenverlauf) in die präferierte Strandzone. So finden sie immer wieder zum Wasser zurück und können auch, nachdem sie aktiv aus ihrer bevorzugten Strandzone entfernt wurden, zu dieser zurückgelangen. Diese Orientierung ist tageszeitlich reguliert, da Muster der Himmelspolarisation und Gang der Sonne sich im Tagesverlauf in gleicher Weise verschieben (Engelbrecht, 1959/60). Die Fähigkeit den Stand der **Sonne als Anhaltspunkt** zu nutzen (Sonnenkompass), ist ein natürlicher Orientierungsmechanismus von *T. saltator*, welcher den Tieren eine konstante Fluchtrichtung erlaubt. Diese Reaktion wird dann ausgelöst, wenn die, auf feuchtem Sand



lebenden Organismen, an einem trockenen Ort ausgesetzt werden. Sie versuchen dann in gerader Linie und im nahezu rechten Winkel zum Meer zu diesem zurückzukehren, wie es auch bei der Orientierung nach polarisiertem Licht der Fall ist. Die Fluchtrichtung wird per Azimut, also über einem, nach den Himmelsrichtungen orientierten Horizontalwinkel bestimmt. Im Laufe des Tages variiert der Winkel der Sonne zwischen circa  $0^\circ$  bis  $180^\circ$ . Dies nutzen die Tiere um eine konstante Fluchtrichtung beizubehalten. Die Orientierungswinkel nehmen vom Morgen bis zum Sonnenuntergang ab (Papi, 1955). Betrachtet man zum Beispiel einen Strand, der sich von Norden nach Süden erstreckt und dabei das Meer auf der westlichen Seite hat, ergibt sich so eine abnehmende Entfernung der Sonne vom Westen. Nach der Verfrachtung an einen Strand mit anderer Lage zu den Himmelsrichtungen kommt es nicht zu einer Adaptierung. Das bedeutet, dass die Himmelsrichtung, die am Heimatstrand als Flucht- oder Rückkehrtrichtung anvisiert wird auch in fremden Gebieten erhalten bleibt (Engelbrecht, 1959/60). Bei der Flucht behalten die Tiere die Sonne fast immer auf ihrer linken Seite. Dies ist nur dann nicht der Fall, wenn die Sonne zwischen Osten und Norden oder Westen und Norden steht. Wie die Tiere ihren Orientierungswinkel zur Sonne während des Tages verändern, wurde in mehreren Experimenten untersucht. Das Ergebnis dieser Experimente war, dass externe Faktoren als Einfluss auf diese Veränderung ausgeschlossen werden können. Die Reaktion muss demnach abhängig von inneren physiologischen Mechanismen sein, was bedeutet, dass *T. saltator* über einen endogenen circadianen Rhythmus oder anders gesagt über eine **innere Uhr** verfügt (Pardi & Grassi, 1955). Bringt man das Tier an einen Ort mit anderer geographischer Länge, passt es seinen Orientierungswinkel der Sonne an, nämlich entsprechend der Zeit des Startortes und nicht entsprechend der lokalen Zeit. Dies bedeutet, dass *T. saltator* die Azimutwanderung der Sonne kompensieren kann (Papi, 1955). Die Fähigkeit eine Richtungswahl mittels innerer Uhr zu treffen ist genetisch determiniert. Die Höhe der Sonne über dem Horizont und normale Umgebungstemperaturen (Bregazzi & Naylor, 1972) spielen für die Tiere diesbezüglich keine Rolle, auch wenn der Zeitmechanismus vorübergehend durch steigende Temperaturen zeitlich vorgerückt werden kann. Laborversuche von Pardi aus dem Jahr 1960 zeigten, dass junge Talitriden, die im Labor unter künstlichem Licht-Dunkel-Wechsel aus dem Marsupium der Mutter geschlüpft sind, sich tatsächlich so wie ihre Eltern orientieren sobald sie im Freien ausgesetzt werden. Auch Nachkommen von Tieren, die selbst im Labor geschlüpft sind, zeigen dieses Verhalten. Erfahrungen aus dem Brutsack der Mutter sind somit ausgeschlossen. Nachkommen aus erblich getrennten Populationen mit entgegengesetzten Richtungstendenzen orientieren sich in einer intermediären Richtung, die zwischen den

Richtungen ihrer Eltern liegt. Die angeborene Richtungstendenz hat offenbar eine adaptive Bedeutung und dient dem Schutz der Juvenilen vor der Austrocknung. Ein weiterer astronomischer Orientierungsmechanismus ist die **Orientierung nach dem Mond**. Pardi und Pardi bewiesen 1959, dass sich *T. saltator* ähnlich wie nach der Sonne auch nach dem Mond orientiert. Wie dieser Mechanismus im Einzelnen funktioniert ist aber noch nicht geklärt. Arendse und Mitarbeiter stellten 1978/81 fest, dass *Talitrus* sich auch in völliger Dunkelheit orientieren kann. Dies geht wohl auf einen **magnetischen Kompass** zurück. Abgesehen von den bisher genannten Orientierungsmöglichkeiten nutzt *T. saltator* **lokale Richtungsfaktoren**, wie zum Beispiel Neigungen, Landmarken, Wind und ähnliches, als Hilfsfunktionen. Sie sind vor allem bei geschlossener Wolkendecke und mondlosen Nächten von Bedeutung. In Konkurrenz mit dem Sonnenkompass ist die astronomische Orientierung meist überlegen (Pardi & Scapini, 1987). Engelbrecht fand bei Beobachtungen auf Hiddensee heraus, dass die **Beschaffenheit des Strandes** Einfluss auf das Verhalten der Art hat. Ausgesetzt an einem trockenen Strandabschnitt versuchen die Tiere sich vermehrt an der oberen Flutlinie einzugraben. In diesem Verhalten unterscheidet sich *T. saltator* von *P. platensis*, da die letztere Art vorhandene Ritzen ausnutzt anstatt sich in Sand zu vergraben. Wird *Talitrus* am Dünenfuß ausgesetzt, an dem der Sand noch weit unter der Oberfläche trocken ist, springen die Tiere unter Nutzung der beschriebenen Orientierungsmechanismen in Richtung Wasser und graben sich an der oberen Flutgrenze ein. Dieses Verhalten wird vermutlich durch die hohen Oberflächentemperaturen ausgelöst. In Wassernähe ausgesetzt, kriecht ein Teil der Tiere unter angespülte Algen und Seegras. Der größere Teil entfernt sich von der Wasserlinie bis zur optimalen Strandregion und gräbt sich dort schnell ein. Der Küstenverlauf bestimmt das Auftreten der Amphipodenpopulationen. Einzelne Küstenabschnitte sind frei von den Tieren, während sie an nahegelegenen Stränden stark verbreitet sind (Engelbrecht, 1959/60). Es bleibt zu erwähnen, dass der eingegrabene *T. saltator*, wenn er durch schichtweises und vorsichtiges Abtragen des Sandes gestört wird, regungslos liegen bleibt. Das bereits beschriebene Wegspringen hingegen, ist zu beobachten, wenn das Tier erschreckt wird (Robertson, 1887). Dies konnte durch meine eigenen Beobachtungen bestätigt werden.

### Eignung als Indikator/ Biomonitor

*T. saltator* ist ein potentieller Indikator für Veränderungen von Sandstränden, da seine Populationsdichte von der Stabilität dieser Umgebung beeinflusst wird. Diese ist abhängig von meteorologischen Faktoren wie Lufttemperatur und –feuchtigkeit aber auch von dem vorherrschenden Tourismus. Besonders letzterer ist ein Stressfaktor, da er in der Regel eine Veränderung des Habitats, Nahrungsmangel oder schädliche chemische Einflüsse zur Folge hat. Die touristisch bedingten Belastungen für die Tiere sind zum Einen die Begehung des Strandes und zum Anderen bauliche Maßnahmen. Calosi et al., (2003) schlagen als Möglichkeit zur Bestimmung des natürlich und menschlich bedingten Stresses die Messung der Herzfrequenz der Tiere vor. An Stränden, die durch Menschen stark beeinflusst werden, ist das Fehlen von *T. saltator* zu erwarten. Die Tiere reagieren hinsichtlich ihrer Populationsdichte sensibel auf touristische Einflüsse. Störungen, wie das plötzliche Fehlen von Nahrung, welches durch sogenanntes „beachcleaning“ zustande kommt, umgehen die Tiere, indem sie an weniger touristisch geprägte Nachbargebiete auswandern. Um dies zu gewährleisten ist das Erhalten von natürlichen Korridoren von großer Wichtigkeit. Vielbetretene Strandgebiete kann *T. saltator* schnell verlassen. Somit kommt es zu einer Reduktion des Gleichgewichtes an lebenden Individuen an verschiedenen Stränden. Räumlich und zeitlich begrenzten Störungen können die Populationen in geeigneter Umgebung standhalten. Studien von Weslawski et al. von 2000 über die saisonale Begehung des Strandes durch Touristen an der polnischen Ostseeküste im Sommer zeigten, dass die Tiere gut als Indikator für die Belastung der Sandstrände durch menschlichen Einfluss geeignet sind (Fanini et al., 2005; Barca-Bravo et al., 2008).

Die weite Verbreitung dieser Art an den wellenausgesetzten Stränden der polnischen Ostseeküste prädestiniert die Tiere hier als Biomonitor (Fialkowski et al., 2000). In Küstenregionen zeigt *T. saltator* die Verfügbarkeit von Spurenmetallen für Organismen an (Fialkoski et al., 2009). Diese Spurenmetalle werden von den Talitriden in gelöster Form und über die Nahrung (Makroalgen) aufgenommen und akkumuliert. Hierbei wird die Metallkonzentration des Körpers (zumindest im Fall von Kupfer und Zink) weder durch den Häutungszyklus der Tiere noch durch die Jahreszeit beeinflusst (Rainbow et al., 1998). Aufgrund ihres Lebens im Bereich des Supralitorals können lokale Kontaminationsquellen allerdings eine überdurchschnittliche Rolle spielen (Fialkowski et al., 2000). Ein Beispiel aus einem Paper von Fialkoski et al. (2009) gibt an, dass die Kupfer-, Eisen-, Magnesium- und Zinkkonzentrationen in *T. saltator* Rückschlüsse über die Konzentration der Metalle in den

betreffenden Gewässern erlauben. Demnach erweist sich die Art als geeigneter Biomonitor. Für dieses Experiment wurden Talitriden der Art *T. saltator* von 18 Küstengewässern aus verschiedenen Regionen Europas verwendet. Durch ihre große geographische Ausbreitung, ist die Art ein Biomonitor, der eine gute Vergleichbarkeit der einzelnen Gewässer garantiert.

#### 4. Verbreitung

*T. saltator* kommt an Küstengewässern des Nordwest- und Nordostatlantik, des Mittelmeeres, der Nordsee und der Ostsee vor. Es werden Gebiete mit und ohne Gezeiten besiedelt (Lincoln, 1979; Fialkowski et al., 2009). Laut Lincoln (1979) ist *T. saltator* die einzige Art der Gattung *Talitrus*, die auch im Raum des Nordostatlantiks vorkommt, wo sie vor allem auf den Britischen Inseln zu finden ist. Im Bereich der Nordsee findet man Angaben über das Vorhandensein von *T. saltator* auf Helgoland und entlang der Küste von Südnorwegen. Von hier aus verbreitete sich die Art weiter entlang der europäischen Küsten und den Küsten des westlichen Mittelmeeres (Stephensen, 1929). Die Verbreitung litoraler Amphipoden entlang der schwedischen Ostseeküste nach der Eiszeit ist auf die südlichen Küsten beschränkt (Fanini et al., 2005) und erstreckt sich mindestens bis Ost-Schonen. Außerdem konnte die Art auf Bornholm vorgefunden werden (Stephensen, 1929). Weitere Verbreitungsgebiete *T. saltators* an der Ostsee sind alle deutschen Küsten, die ein geeignetes Habitat für die Tiere darstellen, darunter Hiddensee, der Greifswalder Bodden sowie die Kieler- und Mecklenburger Bucht. Außerdem wurde die Art bis zur Danziger Bucht nachgewiesen (Stephensen, 1929; Schellenberg, 1942; Engelbrecht, 1959/60; Köhn & Gosselck, 1989). An Stränden der polnischen Ostseeküste ist *T. saltator* die häufigste Talitridenart und tritt in hohen Populationsdichten auf (Jankauskiene & Safonoviene, 2009).

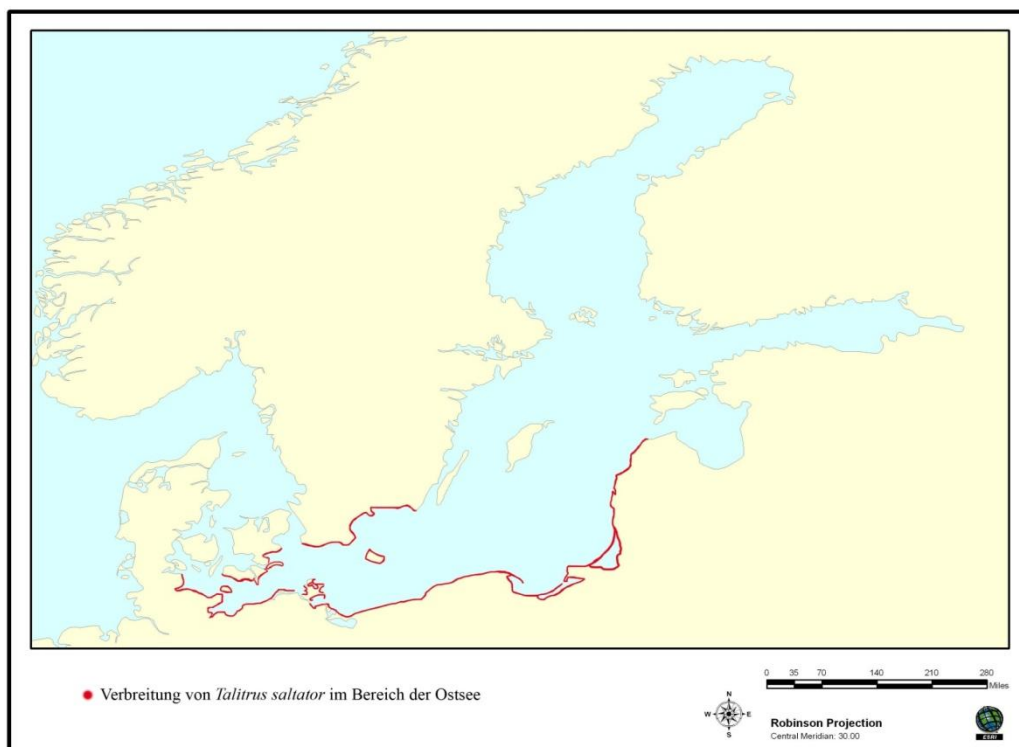


Abbildung 10: *Talitrus saltator*- Verbreitung an den Küsten der Ostsee.- angefertigt von: Gesine Lange (2011)

## 5. Literaturverzeichnis

- ANASTÁCIO, P. M.; GONÇALVES, S. C.; PARDAL, M. A.; MARQUES, J. C. (2003). A model for amphipod (*Talitrus saltator*) population dynamics. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 58S, 149- 157
- BARCA-BRAVO, S.; SERVIA, M. J.; COBO, F.; GONZALEZ, M. A. (2008). The effect of human use of sandy beaches on developmental stability of *Talitrus saltator* (Montagu, 1808) (Crustacea, Amphipoda). A study on fluctuating asymmetry. *Marine Ecology* 29 (Suppl. 1), 91-98
- BATE, C. S. (1862). Catalogue of the specimens of Amphipodous Crustacea in the collection of the British Museum IV
- BELL, F. K.; CALMAN, W. T.; HIRST, A. S. (1910). Guide to the Crustacea, Arachnida, Onychophora and Myriopoda exhibited in the Department of Zoology, British Museum (Natural History)
- BREGAZZI, P. K. (1972). The effects of low temperature upon the locomotor activity rhythm of *Talitrus saltator* (Montagu) (Crustacea:Amphipoda). *J. Exp. Biol.* 57, 393-399
- BREGAZZI, P. K.; NAYLOR, E. (1972). The locomotor activity rhythm of *Talitrus saltator* (Montagu) (Crustacea, Amphipoda). *J. Exp. Biol.* 57, 375-391
- CALOSI, P.; CHELAZZI, G.; UGOLINI, A. (2003). Optocardiographic recording of heart rate in *Talitrus saltator* (Amphipoda: Talitridae). *Physiological Entomology* 28, 344-348
- CHEVREUX, E. (1893). Notes sur quelques amphipodes méditerranéens, de la famille des Orchestidæ. *Bull. Soc. Zool. France* 18, 124-126
- ENGELBRECHT, H. (1959/60). Beiträge zur Tierwelt Hiddensees (I) Die Strandamphipoden der Küsten Hiddensees (*Talitrus saltator* und *Orchestia platensis*). *Wissenschaftliche Zeitschrift der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald* 9, 199-205
- FANINI, L.; CANTARINO, C. M.; SCAPINI, F. (2005). Relationships between the dynamic of two *Talitrus saltator* populations and the impacts of activities linked to tourism. *Oceanologia* 47 (1), 93- 112

FIALKOWSKI, W.; CALOSI, P.; DAHLKE, S.; DIETRICH, A.; MOORE, P. G.; OLENIN, S.; PERSSON, L. E.; SMITH, B. D.; ŠPEGYS, M.; RAINBOW, P. S. (2009). The sandhopper *Talitrus saltator* (Crustacea: Amphipoda) as a biomonitor of trace metal bioavailabilities in European coastal waters. *Marine Pollution Bulletin* 58, 39- 44

FIALKOWSKI, W.; RAINBOW, P. S.; FIALKOWSKA, E.; SMITH, B. D. (2000). Biomonitoring of trace metals along the Baltic coast of Poland using the sandhopper *Talitrus saltator* (Montagu). *Ophelia* 52(3), 183-192

FRELON-RAIMOND, M.; MEYER-ROCHOW, V. B.; UGOLINI, A.; MARTIN, G. (2002). Intracerebral ocelli in an amphipod: extraretinal photoreceptors of the sandhopper *Talitrus saltator* (Crustacea, Amphipoda). *Invertebrate Biology* 121 (1), 73-78

HAGERMANN, L.; ØSTRUP, J. (1980). Seasonal and diel activity variations in the shrimp *Palaemon adspersus* from a brackish, non-tidal area. *Marine Ecology Progress Series* 2, 329-335

HAYWARD P. J.; RYLAND J. S. (1990). The Marine Fauna of the British Isles and North-West-Europe Vol. 1 Introduction and Protozoans to Arthropods, 430-431

HAYWARD P. J.; RYLAND J. S. (1994). Handbook of the Marine Fauna of North-West Europe

JANKAUSKIENE, R.; SAFONOVIENE, A. (2009). Distribution of sand hoppers (*Talitrus saltator*, Montagu, 1808) on the beach of the Lithuanian Baltic Sea. *Ekologija* Vol. 55, No. 3-4, 196-203

KÖHN, J.; GOSSELCK, F. (1989). Bestimmungsschlüssel der Malakostraken der Ostsee. Mitteilungen aus dem Museum für Naturkunde in Berlin. Zoologisches Museum und Institut für spezielle Zoologie (Berlin) 65, I

LINCOLN, R. J. (1979) British marine Amphipoda- Gammaridea, 210-227

MARQUES, J. C.; GONÇALVES, S. C.; PARDAL, M. A.; CHELAZZI, L.; COLOMBINI, I.; FALLACI, M.; BOUSLAMA, M. F.; EL GTARI, M.; CHARFI-CHEIKHROUHA, F.; SCAPINI, F. (2003). Comparison of *Talitrus saltator* (Amphipoda, Talitridae) biology,

dynamics, and secondary production in Atlantic (Portugal) and Mediterranean (Italy and Tunisia) populations. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 58S, 127-148

MONTAGU, G. (1808). Description of several Marine Animals found on the South Coast of Devonshire. *Transactions of The Linnean Society of London* 9, 94-96

NARDI, M.; PERSSON, L.-E.; SCAPINI, F. (2000). Diel Variation of Visual Response in *Talitrus saltator* and *Talorchestia deshayesii* (Crustacea: Amphipoda) from High Latitude Beaches of Low Tidal Amplitude. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 50, 333- 340

OLABARRIA, C.; INCERA, M.; GARRIDO, J; RODIL, I. F.; ROSSI, F (2009). Intraspecific diet shift in *Talitrus saltator* inhabiting exposed sandy beaches. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 84, 282- 288

PAPI, F. (1955). Experiments on the Sense of Time in *Talitrus saltator* (Montagu) (Crustacea- Amphipoda). *Experientia* XI, 5, 201-202

PARDI, L.; GRASSI, M. (1955). Experimental Modification of Direction-Finding in *Talitrus saltator* (Montagu) and *Talorchestia deshayesii* (Aud.) (Crustacea- Amphipoda). *Experientia* XI, 5, 202-205

PARDI, L.; SCAPINI, F. (1987). Die Orientierung der Strandflohkrebse im Gezeitenbereich Meer/Land.

RAINBOW, P. S.; FIALKOWSKI, W.; SMITH, B. D. (1998). The sandhopper *Talitrus saltator* as a Trace Metal Biomonitor in the Gulf of Gdansk, Poland. *Marine Pollution Bulletin* Vol. 36, No.3, 193-200

REIBISCH, J. (1926/27). Amphipoda= Flohkrebse in KÜKENTHAL Handbuch der Zoologie 3, erste Hälfte, 767-808

REID, D. M. (1947). Synopses of the British fauna No. 7 Talitridae (Crustacea, Amphipoda), 1-15

REMANE, A. (1940). Einführung in die zoologische Ökologie der Nord- und Ostsee in GRIMPE; WAGLER: Tierwelt der Nord- und Ostsee 34, I



- ROBERTSON, D. (1887). A Contribution towards a Catalogue of the Amphipoda and Isopoda of the firth of Clyde. Proceedings and Transactions of the Natural History Society of Glasgow. Vol. II
- RUFFO, S. (1993). The Amphipoda of the Mediterranean. Mémoires de l'Institut océanographique Monaco No. 13, III
- RUFFO, S. (1998). The Amphipoda of the Mediterranean. Mémoires de l'Institut océanographique Monaco No. 13, IV
- SARS, G. O. (1890). An Account of the Crustacea of Norway Vol. 1 Amphipoda (Text), 22-24
- SCHELLENBERG, A. (1942). Flohkrebse oder Amphipoda in DAHL: Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile 40, IV, 130-142
- SCHUMACHER, S. (2008). Sandstrände der deutschen Ostseeküste- Gefährdung, Schutz und Ökologie der Wirbellosen. IKZM-Oder Berichte 53, 30-36
- SEREJO, C. S. (2004). Cladistic revision of talitroidean amphipods (Crustacea, Gammaridea) with a proposal of new classification. Zoologica Scripta 33, 551- 586
- SPICER, J. I.; JANAS, U. (2006). The beachflea *Platorchestia platensis* (Krøyer, 1845): a new addition to the Polish fauna (with a key to Baltic talitrid amphipods). Oceanologia 48 (2), 287-295
- STEBBING, T. R. R. (1906). Amphipoda I Gammaridea, 523-541
- STEPHENSEN, K. (1929). Amphipoda in GRIMPE; WAGLER: Tierwelt der Nord- und Ostsee, X Crustacea, X. f 13- X. f 15, X. f 146- X. f 147
- STOCK, J. H. (1996). The genus *Platorchestia* (Crustacea, Amphipoda) on the Mid-Atlantic islands, with description of a new species from Saint Helena. Miscel-lània Zoològica 19.1, 149-157
- UGOLINI, A. (2003). Activity Rhythms and Orientation in Sandhoppers (Crustacea, Amphipoda). Frontiers in Bioscience 8, 722- 732