

Sanddünen der Welt vor, sondern auch 72 Seen mit einer Gesamt-Wasserfläche von rund 23 km³, was etwa der Größe des Selenter Sees im östlichen Schleswig-Holstein entspricht. Eine chinesische Arbeitsgruppe stellte kürzlich fest, dass die geomorphologischen Bedingungen in dieser Wüste wesentlich von vorhandenen Grund- und Porenwässern abhängen: Unter einer nur etwa 20 cm mächtigen Trockenzone wurde Feuchtigkeit festgestellt, in etwa 2 m Tiefe sind bis zu 20% der Poren des Sandkörpers mit Wasser gefüllt. Das Porenwasser ist vorhanden, obwohl in benachbarten Seen der Wasserspiegel um mehrere Meter tiefer liegt. Die Menge der Niederschläge in der Badain Jaran Wüste beträgt nur rund 40 mm pro Jahr, während die Verdunstungsrate in den Dünengebieten etwa 5-mal, in den Seen sogar bis zu 100-mal höher ist.

Das die Dünen vor Erosion schützende Grundwasser stammt aus dem etwa 500 km südwestlich gelegenen Gebiet um den Qilian Berg. Verschiedene Isotopen-Untersuchungen (u. a. ¹⁴C, ¹⁸O und ³H) haben gezeigt, dass das Wüsten-Grundwasser dort infolge der Schneeschmelze entsteht, als Kluftwasser in den im Untergrund vorhandenen Carbonatgesteinen zufließt und im Wüstengebiet ein Alter von etwa 20 bis 30 Jahren besitzt. Carbonat-Krusten, die um Pflanzenwurzeln herum entstanden sind, kommen in den Dünen häufig vor. Eine von ihnen wies ein Isotopenalter von etwa 5000 Jahren auf, woraus sich folgern lässt, dass diese Düne sich über diesen Zeitraum hinweg kaum verändert hat.

Das Grundwasser-System in der Badain Jaran Wüste stellt eine wichtige Wasserreserve für die gesamte umgebende Region dar. Sie könnte in große hydrologische Projekte, die in der Region um den Qilian Berg geplant sind, einbezogen werden. Diese sollten aber mit großer Umsicht durchgeführt werden, damit nicht eine Mobilisierung der Dünenlandschaft in der Badain Jaran Wüste ausgelöst wird, wodurch das regionale Ökosystem schwer geschädigt werden könnte.

[J. S. Chen et al., Nature **432**, 459 (2004)]
Prof. Dr. Dierk Henningsen, Hannover

VERHALTENSBIOLOGIE

Das Sexualverhalten von Zwittern

Strudelwürmer, die simultane Zwitter sind, haben Verhaltensmuster entwickelt, mit denen sich männliche und weibliche Interessen auf einen Nenner bringen lassen.

Das Grundmuster des männlichen Sexualverhaltens ist, möglichst viele Nachkommen zu zeugen, die die Gene des Vaters in kommenden Generationen weiterverbreiten, darunter auch jene, die dieses Sexualverhalten begünstigen. Das bedeutet bei den meisten Tierarten Kopulation mit möglichst vielen Weibchen und Verdrängung männlicher Konkurrenten. Demgegenüber streben Weibchen danach, möglichst hochwertige Partner zu bekommen, deren Nachkommen gute Überlebenschancen haben und so auch die Gene der Mutter weiterverbreiten können. Aber wie hat sich das Sexualverhalten von Zwittern im Zuge der natürlichen Selektion entwickelt? Diese Frage haben L. Schärer und Mitarbeiter (Universität Innsbruck) in Studien an einem in der nördlichen Adria beheimateten Strudelwurm zu klären versucht [1, 2, 3].

Macrostomum lignano, wie diese erst vor wenigen Jahren entdeckte Art nun genannt wird [4], lebt im sandigen ufernahen Meeresboden und ernährt sich von Algen. Der Körper des ausgewachsenen Wurms ist 1 bis 2 mm lang und besteht aus etwa 25000 Zellen. Seine Außenhaut ist durchsichtig, so dass Vorgänge im Inneren des Körpers an lebenden Tieren leicht beobachtet werden können. Der Wurm ist ein simultaner Zwitter, das heißt, dass männliche und weibliche Geschlechtszellen in ihm *gleichzeitig* heranreifen. Befruchtungsfähige Eizellen gelangen in der Regel einzeln in das Atrium, einen Vorraum mit einer Öffnung nach außen (Abb. 1). Die Samenzellen werden zunächst in einer Samenblase am Hinterende des Körpers gesammelt und dann durch ein penisartiges Stilet, das bei sexueller Erregung erigiert, bei der Kopulation durch die Öffnung in das Atrium des Partners eingeführt. In der Samenblase ist Raum für etwa 100 bis

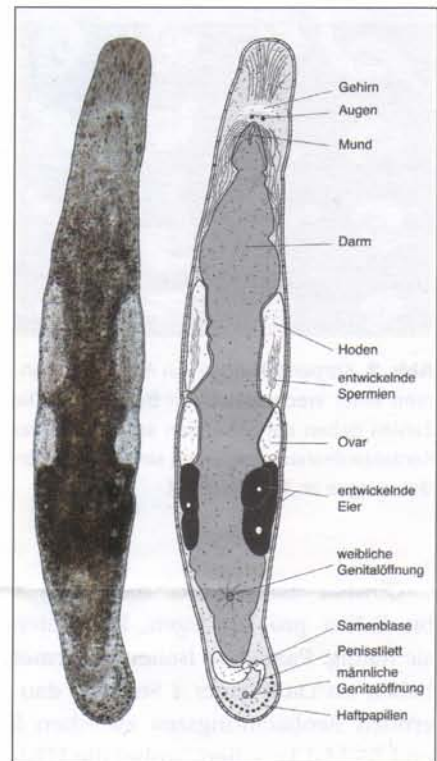


Abb. 1. Anordnung der Fortpflanzungsorgane im Körper von *Macrostomum lignano*. Mit den Haftdrüsen am Hinterende des Körpers kann sich der Wurm zeitweise am Boden verankern. Nach [2]

200 Spermien. Bei einer Kopulation werden anscheinend jeweils nur einige wenige davon an den Partner abgegeben.

Schärer und Mitarbeiter haben diese Würmer an der Universität Innsbruck in Behältern gezüchtet und ihr Sexualverhalten beobachtet. Vor einer Kopulation gibt es meist ein Vorspiel, bei dem die Würmer einander umrunden, auch miteinander ein Knäuel bilden und so den Partner genauer kennen lernen (Abb. 2, obere Reihe).

Nicht jedes Vorspiel führt zu einer Begattung. Die Kopulation dauert 5 bis 16 Sekunden und ist eine *wechselseitige* Befruchtung beider Partner, deren Körper sich dabei wie zwei G ineinander verschränken (Abb. 2, 2. Reihe, 9,5 sec). Kopulationen, bei denen nur einer der beiden Würmer den anderen begattet, sind von den Innsbrucker Forschern bei dieser Art niemals gesehen worden. Selbstbefruchtung des Zwittern scheint zwar morphologisch möglich, findet aber nicht statt. Würmer, die von Schärers Teams einzeln aufgezogen wurden, produzierten niemals Nachkommen.

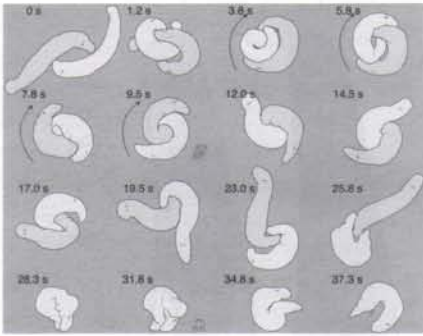


Abb. 2. Körperstellungen von *M. lignano* während einer wechselseitigen Begattung. Die Zahlen geben die Sekunden an, die seit der Kontaktaufnahme vergangen sind. Weitere Erläuterungen im Text. Nach [2]

Obwohl die Würmer meist nur 1 bis 2 Eier pro Tag legen, kopulieren sie häufig. Paarweise isolierte Würmer haben im Laufe einer 4 Stunden dauernden Beobachtungszeit zwischen 5 und 55 Mal kopuliert, wobei die Häufigkeit der Begattungen am Anfang der Beobachtungszeit deutlich niedriger war als am Ende. Manche Paare schalteten zwischen den Kopulationen Ruhepausen ein oder Perioden, in denen sie rasch herumschwammen. Andere kopulierten in ziemlich gleichmäßigen Abständen.

Schäfers Team hat *Macrostomum lignano* in Gruppen von 2, 3, 4 oder 8 Individuen aufgezogen, um das Verhalten unter verschiedenen Voraussetzungen zu studieren. Die Würmer waren nicht individuell markiert, aber soweit feststellbar, scheint jeder mit jedem sexuellen Kontakt anzustreben. Je größer die Gruppen waren, in denen die Würmer aufwuchsen, desto größer wurden ihre Hoden und auch die Zahl der von ihnen produzierten Spermien – offenbar eine Vorsorge, um gegen viele Konkurrenten gut bestehen zu können.

Nach der Kopulation versuchen die Würmer oft, die Spermien des Partners aus dem eigenen Atrium herauszusaugen (Abb. 2, untere Reihe, 31,8 sec). Nach 885 beobachteten Kopulationen hat es in einem Drittel der Fälle keine derartigen Verhaltensweisen gegeben, 354 Mal (40%) hat nur einer der beiden Partner gesaugt, 239 Mal (27%) beide Partner. Weitere 238 Saugbemühungen wurden ohne unmittelbar vorausgegangene Kopulation registriert. Unter natürlichen Bedingungen, wo es ge-

legentlich auch Nahrungsknappheit gibt, könnte dieses Saugen ein Versuch sein, den Hunger zu stillen, doch in Innsbruck wurden die Würmer stets ausreichend mit Nahrung versorgt. Möglicherweise enthält das Ejakulat irgendwelche hochwertigen Nährstoffe oder Hormone, durch die die Qualität der Diät verbessert wird. Nahe liegender ist jedoch die noch nicht bewiesene Vermutung, dass dieses Saugen ein Teil des sexuellen Konkurrenzkampfes ist. Als „Männchen“ bemüht sich jeder Wurm, möglichst viele Partner zu begatten, als „Weibchen“ trifft er jedoch eine Auswahl, welcher dieser Partner seine eigenen Eier befruchten soll.

Das Innsbrucker Team vertritt überdies die Ansicht, dass die kleine, gut zu züchtende und aufgrund ihrer Durchsichtigkeit leicht zu studierende Art ein guter Kandidat für einen Modellorganismus wie die Taufliegen ist, an dem Studien über die verschiedensten Fragen leicht und mit guten Erfolgsaussichten durchgeführt werden könnten [4].

[1] L. Schärer, P. Ladurner, Proc. Royal Soc. **270**, 935 (2003). – [2] L. Schärer, G. Joss, P. Sandner, Marine Biology **145**, 373 (2004). – [3] L. Schärer, P. Ladurner, R. M. Rieger, Behav. Ecol. Sociobiology **56**, 420 (2004). – [4] P. Ladurner et al., J. of Zoological Systematics and Evolutionary Research (in Druck).

Georg Breuer, Wien

VERHALTENSFORSCHUNG

Werkzeuggebrauch bei Kapuzineraffen

Von Beobachtungen in Gefangenschaft ist seit längerem bekannt, dass Kapuzineraffen zum Werkzeuggebrauch fähig sind. Nun berichteten Forschergruppen über den fast täglichen Einsatz von Werkzeug zum Nahrungserwerb in Nordost-Brasilien, wo das Nahrungsangebot begrenzt ist.

Kapuzineraffen (*Cebus apella*) leben in Gruppen von 8 bis 15 Tieren in tropischen und subtropischen Wäldern sowie auch in Trockenwäldern Südamerikas. Zur Nahrungssuche und zum Spielen halten sich die Tiere nicht nur in den Bäumen auf, sondern gehen

auch auf den Boden. Sie ernähren sich vor allem von Früchten, verzehren aber auch alle anderen Pflanzenteile sowie Eier, Insekten, Reptilien, Vögel und kleine Säugetiere [1].

Kapuzineraffen sind intelligente Tiere; in Gefangenschaft lebende Individuen sind geschickt in der Verwendung von Werkzeug. Darüber, welche Bedeutung dieses Verhalten in freier Wildbahn hat, lagen bislang keine eingehenden Untersuchungen vor [2–4]. Hinweise gab es bereits: In einer Region im brasilianischen Bundesstaat Piauí im Nordosten Brasiliens ist den Einwohnern bekannt, dass wilde Kapuzineraffen mit Steinen Nüsse knacken. Hier beobachteten nun auch Forscher, dass Kapuzineraffen mit Steinen Nüsse knackten, indem sie die Nüsse auf eine feste Stein- oder Holz-Unterlage als „Amboss“ legten und dann mit dem „Hammer“ darauf schlugen [2]. Fast gleichzeitig erschien die im Folgenden näher vorgestellte Studie britischer Forscher über den routinemäßigen Werkzeuggebrauch von Kapuzineraffen (*Cebus apella libidinosus*) ebenfalls im Staat Piauí [3]. Die Beobachtungen wurden im Serra da Capivara-Nationalpark durchgeführt. Er liegt in der Caatinga, einem 800 000 km² großen Gebiet mit halbaridem Klima. „Caatinga“ ist ein indianisches Wort für „offener Wald“ oder „offene Vegetation“. In dieser Region gibt es nur zwei Jahreszeiten: heiße, trockene Winter (von Mai bis Oktober) und heiße Sommer mit unregelmäßigen Regenfällen [5]. Pflanzenwachstum und Fruchtproduktion sind damit auf eine kurze Periode limitiert. In diesem Lebensraum suchen die Kapuzineraffen während der Trockenperiode im Boden nach Knollen und anderer Nahrung [3].

Der Werkzeuggebrauch wurde von den britischen Forschern in einer 40 km² großen Region in drei Gruppen von Kapuzineraffen beobachtet; zudem wurden Spuren von Werkzeuggebrauch einer vierten Gruppe gefunden. Besonders intensiv untersucht wurde eine Gruppe aus 7 adulten (2 Männchen, 5 Weibchen) und 3 juvenilen Tieren. Die anderen Gruppen wurden gezählt und monatlich beobachtet.

Von Oktober 2000 bis März 2002 wurden 154 Werkzeug-Einsätze zum