

Der Nestbau der Polydesmiden.

Von Dr. Ernst Voges.

I.

Zu den verbreitetsten Tausendfüßern gehört *Polydesmus complanatus* L. Wie *Blaniulus pulchellus* ist er fast zu allen Jahreszeiten im Garten und Wald anzutreffen. Über seine Lebensweise liegen Beobachtungen aus älterer und neuerer Zeit vor. Unter anderem hat vom Rath¹⁾ im Anschluss an frühere Angaben über das Geschlechtsleben und den Nestbau des Tieres berichtet. Und seine Mitteilungen haben wiederum die Veranlassung zu einer interessanten biologischen Streitfrage gegeben.

Es handelt sich nämlich darum, ob *Polydesmus* Nester aus der rohen Erde baut, worin das Tier lebt, oder ob aus einer präparierten Erde, welche zu dem Zweck aufgenommen wird und den Darm passiert. Die erstere Ansicht vertritt vom Rath gegenüber v. Schlechtendal²⁾, der zuerst über den Nestbau des *Polydesmus* berichtete und behauptete, dass dieser Tausendfuß sein Nest mittels des ausgestülpten Afters aus flüssigen Massen des eigenen Kotes herstelle, nachdem die Erde als Baustoff aufgenommen war, während vom Rath erklärt, dass weder bei den Polydesmiden und Juliden, noch bei den Glomeriden die als Baumaterial verwendete Erde zuerst den Darm passieren muss, sondern dass die Tiere einfach die Erde ihrer Umgebung zur Herstellung ihrer Erdkapseln verwenden und diese Erde bei der Arbeit durch ein Drüsensekret, welches wahrscheinlich aus der Analgegend ausgeschieden wird, erhärtet. Und über die Häutungslager oder Häutungsnester bemerkt vom Rath, dass das Tier sich in der Erde ein Loch wühle, in welchem es bequem spiralig eingerollt liegen kann. Die Wandungen des Loches werden durch ein Drüsensekret erhärtet, aber kein kaminförmiger Aufsatz und Luftkanal wie bei den Nestbauten für die Eiablage hergestellt. Es wird also kein Nest durch allmähliches Auftragen von Baumaterial wirklich gebaut, sondern nur ein Loch gegraben, dessen erhärtete Wandungen ein glockenförmiges Aussehen bekommen, ähnlich einem vom Weibchen für die Eiablage bestimmten.

Die gegenteilige Ansicht, wonach die Polydesmiden zu Geophagen werden und das zum Nestbau nötige Erdmaterial zunächst den Darm passiert, ehe es verarbeitet wird, findet ihre Vertreter in v. Schlechtendal, Effenberger und Verhoeff. Nach Verhoeff³⁾ besteht zwischen der Herstellung der Häutungskammerchen

1) vom Rath, Zur Biologie der Diplopoden. In: Ber. d. naturforsch. Ges. zu Freiburg i. Br., Bd. V, 1891, S. 21.

2) Nach einem Zitat bei C. Verhoeff, Bau der larvalen Schutzglocken von *Polydesmus*. In: Zoolog. Anz., Bd. 45, 1915.

3) Verhoeff, Bau der larvalen Schutzglocken von *Polydesmus*. In: Zoolog. Anz., Bd. 45, 1915, S. 73.

der Larven von *Polydesmus monticolus* mit 17, 18 und 19 Rumpfringen und derjenigen der Nestglocken für Eiergelege kein wesentlicher Unterschied, vielmehr werden beide durch Darminhaltmassen aufgebaut. Verhoeff beschreibt dann, wie die *Polydesmus*-Larve ihr Häutungslager herrichtet.

Auch über die Herkunft der Kittsubstanz oder der „Bauflüssigkeit“, welche das feste Baumaterial bindet, herrschen widersprechende Ansichten. Während nach vom Rath und Effenberger besondere Anldrüsen dieses Bindemittel liefern sollen, vertritt Verhoeff die Ansicht, dass Darm und Malpighische Gefäße die Bauflüssigkeit hergeben und die angeblichen Anldrüsen, die er bei den Larven überhaupt nicht fand, nur eine akzessorische Bedeutung haben könnten, am ehesten für die besonderen Erfordernisse der Gelegeglocken.

Allein, gleich Verhoeff habe auch ich mich nicht von dem Vorhandensein besonderer Anldrüsen überzeugen können. Wie dann Verhoeff meint, so bauen nicht alle Larvenstufen ihre Häutungslager mit dem Enddarmhalte auf, weil den jüngsten Stufen noch nicht die erforderliche Stoffmenge zur Verfügung stehe; der Kämmerchenaufbau durch Faeces stelle sich erst allmählich ein. Einen Darminhaltaufbau habe er nur für die Larven mit 17, 18 und 19 Ringen feststellen können. Aber auch diese Stufen verhielten sich verschieden, indem die 17- und 18ringeligen Larven in der Erde arbeiteten, die 19ringeligen dagegen an der Erdoberfläche; die 19ringeligen Larven allein stellten freie Schutzglocken her und bilden nach Verhoeff den biologischen Übergang zu den nestbauenden Weibchen. —

Dass in beiden Fällen ein gleichartiger Bauinstinkt vorliegt, der sich in seiner primitiveren Ausdrucksform in der Herstellung eines ausgewählten und mit den Faeces des Tieres geglätteten tonnenförmigen Häutungslagers, in seiner vervollkommenen Ausbildung bei der Brutpflege, wo alle auf die Erhaltung der Art gerichteten Instinkte ihre höchste Steigerung erfahren, im Gelegebau offenbart, das ist wohl zweifellos. Und diese Tatsache ist insofern von biologischer und deszendenztheoretischer Bedeutung, als sie geeignet ist, uns einen Fingerzeig zu geben für die Entstehung und allmähliche Vervollkommnung des Bauinstinktes oder Kunsttriebes der Tiere. Ob aber schon eine ungleich kunstfertige Ausbildung des Bautriebes nach den einzelnen Larvenstadien zu unterscheiden ist, so zwar, dass die 19ringelige Larve allemal geschickter baut als die 18ringelige, dass also mit dem Mehrbesitz eines Körperringes eine höhere Kunstfertigkeit bei der Herstellung des Häutungslagers verbunden ist oder ob nicht auch die 18ringelige Larve ein ebensolches Lager herzustellen vermag wie die 19ringelige und diese wieder ein solches ausführt wie ihre um einen Körperring

verkürzte Genossin — das stehe dahin. Wie die geschlechtsreifen Tiere ungleich sorgfältig ausgeführte Gelegenester bauen, so gilt das auch wohl für die älteren Larven. Und da wird von einem Häutungsstadium und einem Ringzuwachs nicht eine größere Kunstfertigkeit in der Herstellung des Häutungslagers abhängen! Um hierüber eine einwandfreie Entscheidung zu gewinnen, bedürfte es einer vergleichenden Untersuchungsreihe von zahlreichen Bauten der 18ringeligen und der 19ringeligen Larven.

Was nun die Streitfrage selbst betrifft, so sind die Polydesmiden geschickte Töpfer, die aus bindiger Erde und feuchtem Darminhalte ihre Glockentöpfe formen. Eine solche Bauweise, wo die Umgebung den Rohstoff und die Ausscheidungen bestimmter Organe der Tiere das Bindemittel liefern, ist bekanntlich weit verbreitet im Kreise der Arthropoden. Die erdige Aufenthaltsstätte der Polydesmiden bietet das Baumaterial. Die Nahrung der Tiere besteht aus Pflanzenresten. Es sind vornehmlich die weichen, in Verwesung übergehenden Pflanzenreste, an denen man sie nagend findet. Eine besondere Vorliebe zeigen sie für faulende Früchte aller Art. Und zur Herbstzeit trifft man die Polydesmiden vergesellschaftet mit *Blaniulus* zahlreich an den abgefallenen Obstfrüchten unter den Bäumen. Eine sonderbare Erscheinung wäre es also immerhin, wenn so ausgesprochene Vegetarianer in der Geschlechtsperiode plötzlich Geoplagen würden, nur um die Erde für ihren Nestbau zu präparieren. Sie müssten, wie das auch vom Rath hervorhebt, schon ganz beträchtliche Erdmassen verschlingen, um das nötige Baumaterial zu bekommen. Hierin findet Verhoeff freilich nichts außerordentliches, da der geringe Nährwert ihrer meisten Nahrung ihnen diese Aufgabe schon alltäglich stelle. —

Ist solches der Fall, so läge, wenn wir eine anthropolomorphisierende Vorstellung bei der Beurteilung der Ernährungsweise der Polydesmiden einmal gelten lassen wollen, so läge umgekehrt alle Ursache vor, den Darm nicht noch mehr mit unverdaulichen Erdmassen zu belasten.

Der Darm der Tiere enthält nun neben Pflanzenresten, darunter häufig die in der Erde vorkommenden Sporen von *Alternaria*- und *Fusarium*-Pilzen, erdige Bestandteile, zumal Silikatsplitterchen. Und mit einem solchen bei der vegetabilischen Nahrungsaufnahme mit unterlaufenden Ballast kann der Darm derart belastet sein, dass er dunkel durch die Körperdecke scheint, wie das bei einer Anzahl 18ringeliger weiblicher Larven, die ich Ende Mai daraufhin untersuchte, der Fall war. Aber daraus folgt eben nicht, dass diese Erdmassen eigens zu dem Zweck verschlungen seien, um sie für den Nestbau zu verwerten. Denn die Tiere waren noch gar nicht bei voller Geschlechtsreife und noch weit entfernt von dem Zeitpunkt des Nestbaus und der Eiablage.

Wie gierig die Polydesmiden und Juliden hinter der reinen Pflanzenkost her sind und die mit Erde vermengte Pflanzennahrung tunlichst meiden, das erkennt man bei den Tieren in der Gefangenschaft. So hatte ich Anfang März eine Anzahl *Polydesmus complanatus* und *Blaniulus pulchellus* in den verschiedensten Entwicklungsstadien in eine Glasschale (Petrischale) gebracht, welche mit einer humusreichen, lehmigen Gartenerde gefüllt war. Die Gefangenen erhielten ferner als Futter gekochte Kartoffeln und vermoderte Quittenreste. So oft ich nach den Tieren sah, fand ich stets eine Anzahl von ihnen an jenen Nahrungsmassen. Und der Darm der Tiere war nicht dunkel-, sondern hellfarbig, ein Zeichen, dass sie die mit Erdpartikelchen behaftete Pflanzenkost in der Schale mieden.

Nach etwa 14 Tagen fand ich die ersten Nestbauten der gefangenen *Polydesmus*, und zwar zunächst als solitäre Erdgehäuse. Der kleine, wie gedrechselte glockenförmige Erdbau lief nach oben in eine Röhre aus, die tatsächlich um so mehr mit einem Schornstein zu vergleichen ist, als ihr Endstück aus einem überstehenden Rande bestand. Allerdings ist nicht jeder Bau gleich kunstvoll. Die Bemerkung vom Rath's, dass ein Nest genau wie das andere angelegt sei und alle den hohlen, kaminförmigen Aufsatz hätten, trifft nicht zu. Am vollkommensten erweisen sich die solitären Erdnester, während die in Kolonien angelegten Nestbauten, die ich späterhin in der Petrischale fand, die sorgfältige Ausführung vermissen ließen. Das aus nahe aneinander gedrängten Nestbauten bestehende Erdstück der Kolonie glich einem Wabenstück. Die einzelnen Nester stellten glockenförmige Höhlungen vor, ohne eine ausgesprochen schornsteinartige Erdröhre. Die Krönung des Glockenbaus war mehr eichelförmig, von einem unregelmäßig gestalteten Porus endwärts durchbrochen. Um diese in einer Kolonie vereinigten Gelegebauten, die mit Eiern belegt waren, machten sich fast ständig mehrere *Polydesmus*-Weibchen zu schaffen, gleichsam eine Schutzwache ausübend. Sowie die Petrischale jedoch dem Tageslicht ausgesetzt wurde, so verkrochen sich die lichtscheuen Tiere, um bei gedämpftem Lichte alsbald wieder auf den Koloniebauten zu erscheinen.

Welches sind nun aber die Werkzeuge, womit die *Polydesmus*-Weibchen ihre zierlichen Erdtöpfe herstellen? Hierüber gewann ich einige Aufklärung, als ich eines Märztages ein Weibchen bei der Arbeit beobachten konnte. Der Nestbau, aus der sandig-lehmigen Gartenerde in der Petrischale ausgeführt, wie der Farbenton des Gehäuses zeigte, war einige Millimeter hoch gediehen. Er glich einer runden, rotgelblichen Erdschale. Und auf ihrem freien Rande bewegte sich das Weibchen hin und her im Kreise, wie das schon vom Rath angegeben hat. Der Vorderkörper war aufgerichtet,

schlangenartig windend unter lebhafter Bewegung der Fühler und Mundwerkzeuge, hierhin und dahin in die nächste Umgebung tastend. Die Analklappen waren weit geöffnet und der Aftersack hervorgestülpt. Ein Kotballen wurde jedoch nicht ausgestoßen. Wohl aber erglänzte der auf den Rand der kleinen Erdschale geklemmte Aftersack von einer Flüssigkeit. Während das Tier auf dem runden Erdwall sich rückwärts im Kreise drehte, drückte es die Beine jederseits über den Schalenrand hinweg fest an die Randseiten, gleichsam das zwischen den Beinen befindliche feuchte Erdreich knetend. Als Folge einer solchen knetenden Tätigkeit wird der Erdwall dünner und da er von beiden Seiten zusammengedrückt wird, muss er nach aufwärts emporsteigen, der Rand sich also erhöhen. Infolge einer Störung verließ das Tier sein angefangenes Werk.

Am 7. Juni überraschte ich sodann ein *Polydesmus*-Weibchen bei der Eiablage. Das Tier befand sich dicht unter dem Deckel der Petrischale, so dass sich sein Tun und Treiben mit der Lupe verfolgen ließ ohne es zu stören. Das Nest glich einem Erdnapf, in welchem etwa 25–30 Eier lagen, während das Weibchen ringförmig auf dem freien Rande saß. Der Vorderkörper war gegen den Eierhaufen gerichtet, die Vulven hervorgestülpt, woraus in kurzen Intervallen einige Eier hervortraten, die mit den benachbarten Beinen abgestreift und gegen den Eierhaufen gedrückt wurden. Darnach, als sei das Legeggeschäft beendet, ging das Tier an die weitere Bauarbeit. Eifrig bewegte es sich kreisend um den Nestrand, ruckweise vor- und rückwärts. Die Beine waren dicht dem Rande angeschmiegt, indessen der ausgestülpte Aftersack überaus beweglich auf dem Erdrande hantierte. Er fungierte als ein gefügiges Werkzeug wie Kelle und Spatel, welche das von den Beinen roh geformte Baumaterial weiter bearbeiteten. Und zwar hantierte das Körperende in einer solch geschickten und dem Auge ungewohnten Weise, dass man bei einem oberflächlichen Hinschauen vermeint, den Kopfabschnitt mit den Mundwerkzeugen in Tätigkeit vor sich zu haben. Der Aftersack, bald aufgebläht ausgestülpt, bald wieder eingezogen, knetete ruckweise seitlich und in der Mitte auf dem freien Rande des Erdnapfes. Der Aftersack wie die letzten Körperringe bewegten sich seitlich hin- und herrüttelnd auf dem Napfrande. Ein Verfahren, das Verhoeff, der das ähnliche Gebahren der Larven von *Polydesmus monticolus* bei der Herstellung ihrer Häutungslager beobachtete, mit den Manipulationen einer flachen Hand vergleicht, die man abwechselnd rechts und links gegen eine Unterlage drückt. — Dann wieder betupfte der Aftersack den Nestrand, indem sich, anscheinend zur Ausübung eines stärkeren Druckes, die drei letzten Körperringe krümmten und so die Afterspitze aus der wagerechten in die Winkelstellung zum Nest-

rande brachten. Zugleich drückten die muskulösen Analklappen, die zur Längsachse des Körpers eine Parallelstellung haben, also bei einem ausgeübten Druck direkt senkrecht auf die Unterlage wirken, fest auf den Erdrand. Ebenso stemmten sich die beiden letzten Beinpaare gegen die Seiten des Napfrandes oder sie fuhren wie glättend darüber hin. Wie denn überhaupt gerade diese Beinpaare bei der Arbeit des Aftersackes recht tätig, besonders formend mitwirkten. Dabei trat in Zwischenräumen aus dem Aftersack ein heller Flüssigkeitstropfen, hin und wieder zugleich mit einem hellen Kotballen. Aber obwohl ich stundenlang die Bauarbeit des Tierchens bis zur Fertigstellung der Erdkapsel verfolgte, so habe ich doch nicht in solcher schnellen Aufeinanderfolge die Kotballen ausgestoßen gesehen, dass diese im Hinblick auf die verwendeten beträchtlichen Baustoffmassen für den Nestbau allein in Frage kämen, sondern mehr als notwendige Kittsubstanz für den verarbeiteten erdigen Baustoff.

Der Kotballen ward alsbald über den Rand mittelst des Telson ausgebreitet. Währenddessen bewegte sich das Tier kreisend auf dem Napfrande, so dass, wie schon von den Autoren angegeben, Kopf und Afterspitze dicht genähert waren. Die Mundteile wurden jedoch vorderhand nicht als Werkzeug bei der Töpferarbeit gebraucht. Hin und wieder sah ich nur, wie sie an der erdigen Umgebung des Nestbaus, welche der Vorderkörper unter lebhafter Antennenbewegung tastend abfuhr, nagten, wobei eine klare Flüssigkeit aus dem Munde trat.

Während anfangs das Eierhäufchen im Nestnapfe inmitten des kreisenden Körpers noch deutlich zu sehen war, verschwand dieses vor den Augen im Laufe der fortschreitenden Arbeit. Die Spiralen des Körpers wurden stetig enger, so dass nur noch dessen Hinterteil die kreisende Bewegung am Nestrande ausführte, indessen der vordere Körperteil nach abwärts gerichtet war. Wiederholt machte dann das Tier an dem oberen eingeschnürt zulaufenden Abschnitt des krugförmigen Erdbaus windende Bewegungen, so dass der *Polydesmus*-Körper wie korkzieherartig gedreht erschien, worauf von neuem die tastenden und tuffenden Bewegungen des ausgestülpten, faltigen Aftersackes an dem Erdkapselrande begannen unter Ausstoßen von Kotballen und Flüssigkeitstropfen aus dem After, bis schließlich die schornsteinartige Bekrönung des Glockenbaus hergestellt war.

Als ich das *Polydesmus*-Weibchen in ringförmiger Lage über dem Erdnapf mit dem Eierhäufchen bei dem Legegeschäft antraf, war es nach 8 Uhr morgens. Mit kurzen Unterbrechungen beobachtete ich sodann das emsige Tierchen stundenlang bei seiner Arbeit. Und als ich um 12 Uhr mittags wiederum nachsah, war das Töpferwerk hergestellt. Und nun begann eine zweite Art der

Bautätigkeit, welche in der Verbergung und Unkenntlichmachung des Nestes bestand. Denn anders war die Handlungsweise des Tieres nicht zu erklären. Es schleppte nämlich in der Nähe liegende Erdbrocken herbei, womit das Nest ringsum zugedeckt wurde. Und dienten vorhin das Telson und die letzten Beinpaare vornehmlich als Werkzeuge für die Modellierarbeit, so waren es jetzt die Mundwerkzeuge und die vorderen Beinpaare, welche die Erdkrümelehen herbeischafften und um die Bekrönung des glockenförmigen Nestes wälzten. Von dem ganzen Bau sah nur das Endstück des Schornsteins aus der Umkleidung heraus, so dass man sorgsam mit der Lupe die Erdschicht in der Glasschale absuchen musste, um die Nestbauten ausfindig zu machen.

Es ist eine eminente Arbeit, welche das kleine Tierchen mit der Herstellung seines Nestes vollbrachte. Um 8 Uhr morgens traf ich es bei der Arbeit und ununterbrochen fand ich es stundenlang tätig. Um 3 Uhr nachmittags machte es sich an dem mit Erdbrockeln zugedeckten Neste noch zu schaffen. Es ließ sich durch nichts in seiner Arbeit stören. Mehrfach erschienen *Polydesmus*-Genossen am Nestbau sowie *Blaniulus* und krochen über die fleißige Arbeiterin hinweg, was sie jedoch nicht weiter ablenkte; ebenso wenig das wünschon gedämpfte Tageslicht, dem ich die Glasschale mit den Gefangenen aussetzte, um sie beobachten zu können.

Nachdem der Nestbau verbarrikadiert war, verblieb das *Polydesmus*-Weibchen dennoch weiter bei dem Bau. Und als ich anderen Morgens nachsah, fand ich am Nest ein Tier leblos vor; wahrscheinlich das Weibchen, das tags zuvor die Eiablage und den Nestbau vorgenommen hatte. Aus diesem Befunde folgt nun gerade nicht, dass die Tiere nach der Eiablage allemal zugrunde gehen. Andererseits ist die Behauptung vom Rath's⁴⁾, dass auf jeden Fall die Weibchen nach der Eiablage keineswegs zugrunde gingen, in dieser allgemeinen Fassung nicht zutreffend. Denn ich fand in den mit Nestern und junger Brut besetzten Glasschalen häufig verendete Weibchen. Ob dieselben Tiere im Frühjahr und im Herbst, also zweimal im Jahre, das Fortpflanzungsgeschäft vornehmen, hat vom Rath nicht konstatieren können. Unmöglich wäre das ja nicht; aber es ist wahrscheinlicher, dass die Tiere nach dem ersten Brutgeschäft über kurz oder lang absterben und die Frühjahrgeneration im Herbst geschlechtsreif ist und eine Generation liefert, die ihrerseits überwintert. Zudem fand ich Larven in den verschiedensten Entwicklungsstadien Ende Juli, aber keine geschlechtsreifen Tiere. Es ist zwar nicht ausgeschlossen, dass Tiere ausnahmsweise über Jahre hinaus am Leben bleiben. Nach

4) vom Rath, Über die Fortpflanzung der Diplopoden (Chilognathen). In: Ber. d. naturf. Gesellsch. Freiburg i. Br., 1890, S. 7.

den zahlreichen *Polydesmus* in den gleichen Größen, die man im Freien wie in der Gefangenschaft verendet vorfindet, ist jedoch anzunehmen, dass sie in der Regel generationenweise absterben.

Um die Eier des beschriebenen Nestes zu untersuchen, entfernte ich den schornsteinartigen Nestabschluss und nahm einen Teil der Eier heraus. Und nunmehr zeigte sich, wie angebracht die sorgfältige Schutzarbeit für das Gelege war, das gewöhnlich aus 25—40 Eiern besteht; bis 100 Eier, wie vom Rath angibt, habe ich niemals gefunden. Alsbald erschienen nämlich zwei *Polydesmus* sowie ein *Bianiulus* und eine Milbe, *Gamasus crassipes* C. L. Koch, die sich alle an dem geöffneten Neste zu schaffen machten. Obwohl die Tiere mehrmals gestört wurden, kamen sie stets wieder. Der *Bianiulus* reckte den Kopf über den Rand des kleinen Kraters hinab und bewegte eifrig die Mandibeln. Ob er ein *Polydesmus*-Ei in den Mundwerkzeugen hatte, ließ sich nicht erkennen. Ein an der inneren Nestwand klebendes Ei, wo die Mandibeln sich bewegten, war späterhin verschwunden. Und ein *Polydesmus*, der in dem geöffneten Neste stöberte, riss mit den Mundwerkzeugen ein Eierklümpchen aus der Tiefe des Nestes heraus, so dass es über den Rand nach außen hinabkollerte, während die vorsichtig sich nähernde Milbe nach einigen vergeblichen Versuchen, eines der herausgezerrten Eier habhaft zu werden, schließlich ein Ei mit den Kiefern erwischte und sich hurtig davonmachte.

Ob diese Tiere nun die *Polydesmus*-Eier fraßen oder nicht, jedenfalls zeigte ihr aggressives Verhalten, dass sie das Gelege zu zerstören vermochten.

Zweifellos war es der von dem freigelegten Gelege ausgehende Geruch, der sie herbeilockte. Und der spezifische Nestgeruch wieder ist es wohl, der wie bei den Ameisen die blinden Tiere ihren jeweiligen Nestbau wiederfinden lässt, wenn sie davon verscheucht waren⁵⁾.

5) Wie empfindlich die Polydesmiden gegen die Schwingungen des Lichtes sind, das sieht man schon, sobald die in Dunkelheit gehaltenen Tiere plötzlich dem Tageslicht ausgesetzt werden. Sofort verkriechen sie sich eilig in der Erde. Dasselbe geschieht bei Annäherung eines mit Terpentin benetzten Glasstabes. Ruhig dasitzende, teilweise von der Erde ihres Verstecks bedeckte *Polydesmus* und wie erstarrt erscheinende Tiere wurden unruhig und krochen rasch davon, sowie ich den terpentinbenetzten Glasstab in Körfernähe brachte, einerlei, ob in die Nähe des vorderen oder des hinteren Körperteils. Sie bekundeten gegen riechende Stoffe dasselbe Verhalten wie dies durch zahlreiche experimentelle Untersuchungen an den verschiedensten Kerfen bekannt ist. Als die perzipierenden Organe für die Geruchsempfindung und somit auch für den spezifischen Nestgeruch wie für die Ätherschwingungen darf man wohl allgemein die vielgestaltige Borstenbekleidung der Körperdecke ansehen, welche Nervenendigungen besitzt. Zumal die großen spatel- bis lanzettförmigen Borsten an den buckelartigen Seitenflügeln der Körperringe und an den Rändern der Antennenglieder, jene charakteristisch gebauten nervösen Endapparate des Integumentes, die nach ihrem Bau für eine Sinnestätigkeit überaus

Unter den Gästen, die sich an den *Polydesmus*-Nestern zu schaffen machen, sieht man ferner recht häufig Nematoden, wie sie ja regelmäßig in einer humusreichen Gartenerde vorkommen, sowie größere oder kleinere Gesellschaften von Poduriden, die Erdstückchen und faulende Pflanzenreste als willkommene Verstecke aufsuchen. Auch C. Hennings⁶⁾ berichtet darüber, dass mit in Fäulnis übergehende *Glomeris*-Eiern behaftete Erdklümpchen in manchen Fällen einem Nematoden zum Aufenthalt dienen, fast immer aber haben sich Aphoruren in ihnen angesiedelt. Dass diese kleinen Poduriden in irgendeinem Zusammenhange mit dem Absterben der *Glomeris*-Eier stehen, glaubt aber Hennings bezweifeln zu müssen, jedoch erscheine dies für den Nematoden keineswegs ausgeschlossen zu sein. —

All diese Befunde über den Besuch der Diplopoden-Nester seitens der verschiedenartigsten Gäste zeigen aber, dass die Herstellung eines Nestbaus die Befriedigung eines Schutzbedürfnisses für das Gelege war, ein notwendiges Vorgehen als Sicherung zur Erhaltung der Art, das im Laufe der Zeiten ohne Frage auf dem Wege der natürlichen Züchtung erlangt wurde, worauf wir noch zurückkommen werden.

Ähnlich wie am 7. Juni konnte ich am 14. Juni ein *Polydesmus*-Weibchen beim Nestbau beobachten. Das zierliche Erdnäpfchen in dem nassen Erdreich beherbergte etwa 20—25 Eier, die durch eine Kittmasse aneinander klebten. Auch hier fand ich das Tierchen ununterbrochen tätig, so oft der Nestbau verfolgt wurde. Während das hintere Körperende mit dem hervorgestülpten Aftersack am freien Napfrande den ausgestoßenen flüssigen und breiigen Darminhalt knetete und formte, tastete der vordere Körperteil alle Augenblick die nächste Nestumgebung ab. Die Mundwerkzeuge schienen bald an der einen, bald an der anderen Stelle von dem Erdreich zu fressen, so dass es hier im Gegensatz zu den bisher beschriebenen Fällen den Eindruck machte, als nehme das Tier den nötigen Baustoff aus seiner Umgebung auf, um ihn nach dem Durchmarsch durch den Darm zu verarbeiten. Allein, wäre dem so, dann hätte ich im Laufe der Bautätigkeit viel öfter feste Kotballen austreten sehen müssen, was nicht der Fall war. Wohl sah ich indes, wie in kurzen Zwischenräumen der Aftersack weit hervorgestülpt und ein

geeignet erscheinen. Welche der so verschieden gestalteten, über die ganze Körperoberfläche verteilten Integumentsbildungen nun aber im Dienste eines Tast- oder eines Geruchs- oder Gehörsinns stehen, das ist mit Sicherheit schwer zu entscheiden. Exstirpiert man beispielsweise die Antennen, welche allgemein als die Organe der Geruchswahrnehmung gelten, so reagieren die Tiere nach wie vor auf die in ihre Nähe gebrachten Riechstoffe, wenschon nicht gleich so schnell und empfindlich wie im Besitz der Fühler.

6) Das Tömösvar'y'sche Organ der Myriapoden. In: Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, Bd. 76, S. 28, Leipzig 1904.

Flüssigkeitstropfen, untermischt mit dunklen Kotstückchen, ausgestoßen wurde. Dass also Exkremente des Tieres als festes Baumaterial mit verwandt werden, das ist zweifellos.

Um 9 Uhr morgens fand ich das Tier über dem Gelege bei der Nestarbeit. Um 1 Uhr mittags war der glockenförmige Bau bis auf eine Öffnung von der Größe eines Insektennadelkopfes gewölbt. Und nun begann die Aufmauerung des Schornsteins, eine Arbeit, welche dem Aftersack und den Beinen der letzten Körperlinge zufiel. Indem der Aftersack während dieser Bautätigkeit in kurz unterbrochener Folge Flüssigkeitstropfen mit Kotstückchen ausstieß, ward für den schornsteinartigen Aufbau das erforderliche Material geliefert, welches der Aftersack in der schon geschilderten Weise an den zackigen Rand der Glockenöffnung anbackte, wobei die letzten drei Beine der nach der Öffnung zugekehrten Körperseite in diese hineingriffen, ein Arbeitsverfahren, das sich bis zum Abschluss der Arbeit stetig wiederholte. Ein eigentlicher Schornstein wie in dem vorhin beschriebenen Falle kam jedoch nicht zustande, sondern nur eine eichelförmige, von einem eckigen Porus durchbrochene Spitze. Es machte ferner bei dieser Schlussarbeit den Eindruck, als irrte das Tier öfter in der Hinführung des Telson nach der Baustelle. Dadurch, dass bis auf die kleine Öffnung die Nestglocke abgeschlossen war, ging die bisherige Orientierung verloren, welche der freie Nestrand gegeben hatte, worauf sich das hintere Körperende der Arbeiterin vordem bewegte. Abwechselnd erschien das Kopfbende und das Abdomenende an der Glockenöffnung und wiederholt kam es vor, dass das Tier geringelt rings um die Öffnung lag und die Fühler gegen den Aftersack klopfen. Der Aftersack wiederum machte sich ebenso oft in der Nähe des Glockenporus zu schaffen wie an diesem selbst. Und so entstand denn auf der Glockenwölbung ein Ansatz zu einem zweiten schornsteinförmigen Aufsatz, der aus wenigen Klümpchen bestand und späterhin zugedeckt wurde und so verschwand, da die kleine Töpferin den ganzen äußeren Glockenturm betupfte mit dem Darmauswurf, worunter sich auch Sandkörnehen befanden. Ein Bedecken und Verstecken des Nestes mit Erdkrümelchen, eine Arbeit, welche sonst die Mandibeln ausführten, fand nicht statt. Der Glockenbau stand frei da. Schon um 3¹/₂ Uhr nachmittags war er soweit fertig, doch immer noch bis nach 5 Uhr war das Tierchen mit kurzen Pausen beschäftigt, worauf es den Bau verließ und sich in die Erde verkroch.

Über die Zeitdauer für die Herstellung des Nestbaus gibt vom Rath an, er habe sich wiederholt davon überzeugt, dass der gesamte Nestbau in 2—3 Stunden beendet wird, was jedoch Verhoeff für eine physische Unmöglichkeit erklärt, da schon die Dauer des larvalen Glockenbaus einer 19ringeligen Larve, deren Schutz-

glockenbau er während 34 Stunden verfolgte, auf mindestens $1\frac{1}{2}$ Tage angesetzt werden müsse.

Es ist wohl ohne weiteres anzunehmen, dass die Arbeitszeit für die Anfertigung der Erdkapsel sich in ziemlich weiten Grenzen bewegen dürfte, da nicht alle Tiere gleich schnell und geschickt arbeiten werden. In meinen Fällen, wo ich bereits einen Erdnapf mit dem größten Teil des Geleges vorfand, verwendeten die Weibchen auf die Fertigstellung des Nestes über 4 bzw. 6 Stunden. Welche Zeit für den ersten Teil der Bauarbeit aufgewandt wurde, lässt sich natürlich nicht bestimmen. Aber auch aus meinen Befunden ergibt sich, dass die vom Rath'sche Angabe schwerlich den Tatsachen entspricht.

Das *Polydesmus*-Nest selbst ist eine Töpferarbeit von elastischer Konsistenz. Die Erdkapsel zeigt zwar ein brüchiges Gefüge, wenn man ihre kuppelartige Bekrönung abhebt. Andererseits aber ist die kartonpapierdicke Nestwand gegen einen leichten Druck nachgiebig. Sie hat eine krümelige, sandkörnchenreiche Oberfläche, während die innere Wand der aus der sandig-lehmigen Gartenerde gefertigten Kapsel eine gekörnte Oberflächenbildung besaß, wie sie entsteht, wenn eine feuchte, plastische Masse mit ringförmigen, unterbrochenen Stricheln in bestimmten Zwischenräumen versehen wird. Der Boden der Erdkapsel bestand in dem einen Falle aus einem größeren Sandbrocken, worauf ein Teil der Eier abgesetzt war. Und über diesem Boden war der Nestglockenbau aufgeführt. Je nach der Oberflächenbildung des Bauplatzes, ob plan oder abschüssig, je nachdem nahm der Nestbau eine schiefe oder gerade Stellung zur Unterlage ein.

Wie die Polydesmiden sich bei ihrem Nestbau auch dem Baumaterial anzupassen wissen, lehrt die Tatsache, dass ein stark vermodertes, mit Erdpartikelchen inkrustiertes Birnblatt von einem Weibchen als Baustoff verwandt wurde, indem es auf der Blattspreite über dem Blattstiel, wo die Modermasse des Blattes am dicksten war, seine Zirkelbewegungen ausführte und in der beschriebenen Weise den Glockenbau herstellte. Der kaminartige Abschluss war indes unvollständig, wenschon die endständige Gehäuseöffnung deutlich hervortrat. Dahingegen soll nach vom Rath fein pulverisierte Knochenasche, gemahlener Kaffee, Chokoladepulver, Mehl von den Polydesmiden als Baustoff verschmälzt werden, was er daraus schließt, dass Tiere, welche im Begriffe waren, mit dem Nestbau zu beginnen und in jenes Material versetzt wurden, den Bau unterließen.

Wenn man ein *Polydesmus*-Weibchen bei dem Nestbau beobachtet, so gewinnt man den Eindruck, dass es nicht einzelne bestimmte Organe wie Aftersack, Telson, Beine oder Mundwerkzeuge sind, die als solche das Arbeitsgerät abgeben für die Herstellung

des Gelegenestes, sondern dass es ihr Zusammenwirken ist, gleichsam der ganze Körper des Tieres in der Eigenart seiner Gesamtorganisation, in der Harmonie der Teile, was das kunstfertige Töpferwerk zustande bringt. Der walzenförmige, elastische, geringelte Körper, der sich in den kleinsten Windungen nach allen Richtungen ringeln, zusammenziehen und dehnen kann, wirkt auf seine nachgiebige, feuchte Erdunterlage wie eine Schlinge, die um einen Teig gelegt wird. Und die gegliederten Beine in ihren Greifbewegungen gleichen den Fingern der Hand; die hinteren Körperringe mit dem Aftersack dienen als Spatel und Kelle und die Mundwerkzeuge erst stellen ein ganzes Arsenal von Werkzeugen vor wie Säge, Raspel, Meißel, Hobel etc., so dass kein künstliches Werkzeug ihrer technischen Vollkommenheit und praktischen Verwendbarkeit gleichkommt. Aber welchen größeren oder geringeren Anteil diese einzelnen Organe an der Herstellung des Nestbaus haben, wie etwa eine Arbeitsteilung sich vollzieht bei der Durchführung des Baus, bei der Wahl und Prüfung des Baumaterials auf seine Brauchbarkeit, Konsistenz, Feuchtigkeit, ob diese Aufgabe vielleicht den Mundwerkzeugen oder den Fühlern zukommt, welche Organe es sind, ob Antennen oder Beine, die ein Ausmaß der Größenverhältnisse des Nestbaus bewerkstelligen — das ist schwer zu entscheiden, da wir den blinden Baumeister wohl hantieren sehen, jedoch nicht die Art der Arbeitsleistung jedes einzelnen Organes erkennen. Wenn Verhoeff angibt, dass er hin und wieder die Larven mit den Mundteilen an der inneren Häutungskammerwand beschäftigt sah und wenn er deshalb die runzeligen Erhebungen der inneren Gehäusewand auf Eindrücke der sich kreisend bewegenden Mandibeln zurückführt, so können solche Runzeln auch von den Eindrücken der Beine herrühren.

II.

Es ist nun gewiss recht lehrreich, ad oculos in ein und derselben Schale mit Polydesmiden die stufenweise Vervollkommnung der Bautätigkeit der Tiere an ihren Erzeugnissen für die Häutungs- und Brutzwecke zu verfolgen. Als das Anfangsstadium wäre, wie bereits bemerkt, das einfache Einwühlen der Tiere in die Erde zu betrachten, um die Häutung vorzunehmen. Wird aus diesem rohen Erdloch ein tonnen- oder glockenartiges Häutungslager, welches mit den Faeces der Tiere ausgekleidet bzw. hergestellt ist, so bedeutet das hierfür angewandte Verfahren eine weitere Ausbildung der ursprünglichen Fertigkeit, die sich in der Herstellung eines der Körpergröße entsprechenden Erdloches oder in dem Einwühlen in die feuchte Erde bezeugte. Ein drittes Stadium in der Entwicklung des Bautriebes der Polydesmiden tritt uns dann in der Anfertigung des Gelegenestes entgegen. Der Unterschied zwischen den ersten

beiden Bauweisen, zwischen der Herstellung eines einfachen Erdloches und einer austapezierten Erdkammer erscheint zunächst weit geringer, als der Abstand zwischen der zweiten und der dritten Bauart. Allein, es bleibt bei diesem Vergleiche eins vor allem zu beachten: das ist der bedeutungsvolle Umstand, dass in der zweiten Art der Bautätigkeit ein vollkommen neues Baumittel in der Verwendung des Darminhalts und eine neue und vervollkommnete Weise der Bauausführung in der Handhabung des Aftersackes als Werkzeug eingeführt wird. Es ist nur ein Schritt weiter in der gleichen Art und Weise der Bauausführung, wenn im dritten Stadium ein vervollständigter Bauplan und eine technisch vollkommenere Modellierarbeit in dem Gelegebau zutage tritt.

Wie aber entstand bei den Polydesmiden überhaupt die Baufertigkeit? Welche Umstände, Einwirkungen, Nötigungen und Bedingungen waren es, die dazu zwangen? Wodurch entstanden die Abänderungen und Vervollkommnungen im Bauplan und in der Bauausführung ihrer Arbeiten? Das alles sind Fragen, welche in das Rätselgebiet des Instinktes und der vergleichenden Tierpsychologie führen. Und die vorhin geschilderte gradweise Vervollkommnung der Bauweise der Polydesmiden könnte ein Beleg für die Anschauung Charles Darwin's sein, wonach „die meisten Instinkte das durch natürliche Züchtung angehäufte Resultat leichter und vorteilhafter Abänderungen anderer Instinkte sind“ 7).

Bei unserer Zurückführung der gewohnheitsmäßigen komplizierten Bautätigkeiten auf gewohnheitsmäßige einfache Handlungsweisen in Rücksicht auf die Entstehung und Vervollkommnung der Instinktätigkeiten muss man sich zuvörderst darüber klar sein, was man unter Instinkt verstehen will.

Es ist nun nicht unsere Absicht, auf die reiche Literatur über diesen Gegenstand näher einzugehen, sondern nur insoweit, als sie für unsere aufgeworfene Frage in Betracht kommt. Und da ist es denn an erster Stelle Charles Darwin's 8), der eine leitende Anschauung über den Instinkt beibrachte, indem er darauf verweist, dass ganz verschiedene geistige Fähigkeiten unter diesem Namen begriffen werden und dass, wenn eine Handlung, zu deren Vollziehung selbst von unserer Seite Erfahrung vorausgesetzt wird, von seiten eines Tieres ohne alle Erfahrung ausgeübt wird und wenn sie auf gleiche Weise bei vielen Tieren erfolgt, ohne dass diese ihren Zweck kennen, sie gewöhnlich eine instinktive Handlung genannt werde. Und dass, wenn eine durch Gewohnheit angenommene Handlungsweise auch auf die Nachkommen vererbt werde, dann

7) Nach einem Zitat bei: John Romanes, Die geistige Entwicklung im Tierreich. Leipzig 1885. S. 291 aus den hinterlassenen Manuskripten Darwin's.

8) Über die Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl. Übersetzt von H. C. Bronn. VI. Aufl. Stuttgart 1876, S. 287.

die Ähnlichkeit zwischen dem, was ursprünglich Gewohnheit und dem, was Instinkt war, so groß sei, dass beide nicht mehr unterscheidbar wären. Eine kleine Dosis von Urteil oder Verstand, wie Pierre Huber es ausdrücke, kommen oft mit ins Spiel, selbst bei Tieren, welche sehr tief auf der Stufenleiter der Natur stehen. —

Mit dieser letzteren Bemerkung gesteht also Darwin schon den Gliedertieren höhere geistige Fähigkeiten zu. Herbert Spencer⁹⁾ wiederum hält jeden Instinkt für zusammengesetzte Reflex-tätigkeit, während John Romanes¹⁰⁾ die Anschauungen Darwin's teilt und Instinkt definiert als Reflextätigkeit, in die ein Bewusst-seinselement hineingetragen ist. Seine Definition soll einerseits die Reflex-tätigkeit, andererseits vernünftiges Denken ausschließen. Eine gleiche Auffassung hat E. Haeckel¹¹⁾, der erklärt, dass er in den „Seelenfragen“ in fast allen Anschauungen und Überzeugungen mit Romanes und Darwin übereinstimme.

Was nun in Hinblick auf unsere aufgeworfenen Fragen die instinktiven Tätigkeiten der Polydesmiden betrifft, so gilt im wesentlichen für sie dasselbe, was zahlreiche Forscher von den Instinkt-handlungen und psychischen Fähigkeiten der Bienen und Ameisen ausgesagt haben, wenschon jene nicht eine solche hohe Ausbildung erlangten als bei Ameisen und Bienen. Aber immerhin ist zweifellos, dass sie erbliche Instinkte besitzen, welche eine vorteilhafte Abänderung und Weiterbildung erfahren konnten infolge von neuen Erfahrungen und Vorstellungsreihen, die vermöge der Sinnes-empfindungen und Wahrnehmungen gewonnen wurden. Ob jedoch die Tiere sich ihrer Handlungsweise bewusst sind und mit Überlegung und Einsicht bei der Wahl der Mittel und Wege zur Erreichung eines Zweckes vorgehen, ob sie sich bewusst sind, dass durch die schornsteinartige Bekrönung ihres Gelegebaues für die junge Brut der notwendige Luftaustausch in dem Brutglass und ein Ausweg in das Freie für die Larven hergestellt wird, ob sie ein Wissen von Ursache und Wirkung haben, darüber können wir keine sicheren Überzeugungen, sondern nur Vermutungen erlangen. Noch nicht einmal vermögen wir uns mit Hilfe eines Analogie-schlusses darüber Klarheit zu verschaffen, welche Vorstellung die Tiere von ihrem glockenförmigen Töpferwerk haben könnten, da ihnen das Sehvermögen abgeht und wir von der Art und der Leistung der Fühler mit ihren Sinnesborsten als Vermittler eines „topochemischen“ Sinnesindruckes und als Tastorgane zur Vermittlung einer etwaigen räumlichen Vorstellung der Körperformen keine weitere Kenntnis haben. Wie wir denn in das Sinnesleben

9) Nach einem Zitat bei Romanes u. a. O. S. 182.

10) Die geistige Entwicklung im Tierreiche. Autorisierte deutsche Ausgabe. Leipzig 1885, S. 169.

11) Die Welträtsel. Bonn 1900, S. 123.

unserer Tiere nach Umfang und Inhalt nur einen beschränkten Einblick besitzen, um dessen Äußerungen und Sonderheiten zu verstehen. Ist es doch auch nicht ausgeschlossen, dass sie ein Sinnesleben führen, wofür uns zum vollen Verständnis überhaupt das Erkennungsvermögen fehlt. Wir folgern nur aus dem ähnlichen Verhalten der Tiere, ob Kerfe oder Wirbeltiere, und den ähnlichen Handlungen, aus den Reaktionen gegenüber äußeren Einwirkungen und Sinnesempfindungen und Bedingungen der Umgebung, dass sie über ähnliche Empfindungs- und Wahrnehmungsqualitäten sowie über ähnliche psychische Fähigkeiten verfügen müssen wie wir. Welches Maß jedoch, wie viel oder wie wenig wir ihnen davon zugestehen müssen, das bleibt so ziemlich der Willkür überlassen. Einen gewissen Gradmesser hierfür haben wir nur an der Zweckmäßigkeit und dem Nutzen der jeweiligen Handlungsweise für das Individuum und die Art sowie in dem größeren oder geringeren technischen Geschick, womit die Erzeugnisse ihrer Kunstfertigkeiten im Dienste der Brutpflege ausgeführt sind. Und ferner in dem Umstande, dass der histologischen Differenzierung des Nervensystems als Vermittler der Sinnesempfindung und Wahrnehmung sowie als Träger der psychischen Fähigkeiten, zu dessen fortschreitender Kenntnis uns der Weg nicht versperrt ist, dass, sage ich, dieser Differenzierung die Qualität seiner Funktionen entspricht, dass je differenzierter das Organ, desto höher die Leistung!

Wie indes die verschiedenen Gewohnheiten, Fertigkeiten und Fähigkeiten, die schließlich zu den Instinkthandlungen führten, im Laufe der Zeitäonen unter dem auswählenden Einfluss der Züchtung im Kampfe um das Dasein und die Arterhaltung erworben wurden, dieser Gang der historischen Entwicklung der psychischen Qualitäten der Polydesmiden bleibt uns dunkel, da uns die direkte Beobachtung versagt ist. Nur auf induktivem Wege können wir hierüber einigen Aufschluss erlangen.

Gehen wir, wie vorhin, zunächst von der Tatsache aus, dass der ständige Aufenthaltsort der Polydesmiden die Erde ist. Sie bietet ihnen das Schutzgelaß und in den verwesenden Pflanzenresten die Nahrung. Es entspricht nun ihrer ganzen Körperorganisation, sich hier durch einfache Dreh- und Ringelbewegungen, wie sie die Tiere ständig schon bei der Ortsbewegung ausführen, einzugraben, sobald sich die Vorboten des Häutungsaktes einstellen. Das ist die äußere Nötigung, die Ortsbewegung aufzugeben und sich einzugraben. Und in dieser durch den Häutungsreizzustand des Organismus erzwungenen Gewohnheit, sich in die Erde einzuwählen und ein Häutungslager herzustellen, darin ist sicherlich der Ursprung und Anfang zu einem Bautriebe zu erblicken, der sich in einer unter dem Einfluss der Züchtung erworbenen Kunstfertigkeit bei dem Gelegebau äußerte. War es zunächst nur ein Einwählen

in die Erde, wodurch ein der Größe des Körpers im geringelten Zustande entsprechendes Erdloch entstand, so wird diese gewohnheitsmäßige und zweckmäßige Handlungsweise aus dem Schutzbedürfnis während des gefährdeten Lebensstadiums der Häutungsstarre durch eine „leichte und vorteilhafte Abänderung“ bereits zu einer eigentlichen Bautätigkeit, als bei dem Einwühlen in die Erde in zeitlichen Zwischenräumen Exkreme abgesetzt wurden, welche über die brüchige Erdhöhlenwandung mittelst des hervorgestülpten Aftersacks eine Verteilung fanden, indem jener über seine nächste Umgebung hinwegstrich. Unabsichtlich, wie mechanisch fungierte so der Aftersack als ein Werkzeug!

Weiter ging dann diese „vorteilhafte Abänderung“ in eine erhöhte Leistung über, sowie die abgesetzten Exkreme vollständiger und gleichmäßiger an der inneren Erdwand des Häutungslagers verteilt wurden, wodurch es austapeziert ward. Und diese bei dem Einwühlen in die Erde angenommene Gewohnheit der durch die ganze Körperorganisation bedingten ringelnden Bewegung behielt das Tier bei, als es seine Eierhäufchen in die erdige Vertiefung legte und darüber den glockenförmigen Nestbau aufführte. Ebenso die Verwendung der Faeces als Baumaterial und des Aftersackes als Werkzeug.

Das tonnenförmige, aus Faeces sorgfältig bereitete Häutungslager, das zu irgendeiner Zeit einmal von Polydesmiden hergestellt war infolge der nach dieser Baurichtung hin vorteilhaft abgeänderten Gewohnheit des einfachen Einwühlens in die Erde, bot nun jenen Tieren einen größeren Schutz gegen Gefährdungen während der Häutung, als das von anderen Artgenossen zu dem gleichen Zwecke hergerichtete rohe Erdloch. Und während die letzteren daher leicht dem Untergange ausgesetzt waren, gingen die ersteren ungefährdet aus den Anfechtungen während der Häutungszeit hervor.

So ward denn die einmal erworbene neue Gewohnheit durch die natürliche Züchtung gefestigt und verwertet. Und in einer weiteren vorteilhaften Abänderung und vollkommeneren Ausbildung erscheint sie in ihrer Anwendung dann bei dem Gelegenestbau, wo sie bezüglich der Arterhaltung die gleiche Rolle spielt wie vorhin im Häutungsprozesse des Individuums. Denn diejenigen *Polydesmus*-Weibchen, die am sorgfältigsten und geschicktesten mit den Faeces mittelst des Aftersackes ihr Gelegenest herrichteten, gaben dadurch ihrer Brut die möglichst größte Schutzgewähr, während jene Weibchen, die ihre Eier einem roh hergestellten Neste anvertrauten, die Nachkommenschaft gar leicht dem Untergange aussetzten. Welchen Lebensgefahren aber die ganze Brut ausgesetzt ist, das ist vorhin an einem Beispiel dargetan.

Wenn wir somit die relativ hoch entwickelte Bautätigkeit der Polydesmiden aus einfachen Gewohnheiten ableiteten oder richtiger als ein

Ergebnis aus den nützlichen, durch die natürliche Züchtung im Kampfe um das Dasein ausgelesenen und vererbten Abänderungen jener Gewohnheiten ansprechen, so fragt sich jetzt, wie diese nützlichen Abänderungen den inneren Bedingungen nach und in Übereinstimmung mit den Organisationsverhältnissen des Tieres entstanden. Auf diese Frage gibt Ch. Darwin¹²⁾ eine allgemeine Antwort. Er hält es für kaum zweifelhaft, dass, wenn eine instinktive Handlung durch Vererbung in einer leicht modifizierten Weise überliefert wird, dies durch irgendeine leichte Veränderung in der Organisation des Gehirns verursacht werden muss. —

Wir wissen nun zwar, dass das Nervensystem mit seinem Zentralorgan, dem Gehirn, der Sitz der psychischen Fähigkeiten und der Sinnestätigkeiten ist. Aber worin besteht denn nun die Veränderung in der Organisation des *Polydesmus*-Gehirns, welche höhere Leistungen instinktiver Art verursacht? Sind es quantitative oder qualitative Stoffänderungen im Gehirn, worauf dessen Organisationsveränderung und damit die Leistungserhöhung beruht? Ist es eine veränderte Konstellation der Ganglienzellenmolekel, ihre Umlagerung und Verschiebung zueinander, womit die kompliziertere Instinkthandlung verbunden ist? Und wodurch werden diese wiederum hervorgerufen in dem Triebwerk der Reizketten? Welches sind die bestimmenden Kräfte, die das System der veränderlichen Massen in Bewegung setzen? Wenn wir so eine Analyse der kausalen Zusammenhänge der Äußerungen des Instinktes vornehmen, um seinem Werdegange auf die Spur zu kommen, dann sind wir mit unserer Weisheit bald zu Ende. Wer da vermeint, sein Wesen schon begriffen und erklärt zu haben, indem er die Instinkthandlungen auf die Mechanik von molekularen Bewegungsvorgängen zurückführt, der muss sich doch sagen, dass damit die Erklärungsschwierigkeiten erst recht beginnen. Nehmen wir dahingegen psychische Fähigkeiten als Grundlagen der instinktiven Fähigkeiten der Polydesmiden als gegeben an; dass die gewohnheitsmäßigen Handlungen sich nützlich und zweckmäßig ausbildeten unter dem Einfluss der natürlichen Zuchtwahl, indem zufällig auftretende vorteilhafte Abänderungen vererbt wurden, so ist das alles, selbst der Zufall an sich, der hier als biologischer Faktor in die Entwicklungsgeschichte der instinktiven Handlungen eingesetzt wird, gerade nichts Unbegreifliches. Es sagt mit Recht Albert Lange, der scharfsinnige Verfasser der „Geschichte des Materialismus“¹³⁾: „Das Zweckmäßige geht aus der Erhaltung relativ zufälliger Bildungen hervor, allein diese Bildungen können nur zufällig genannt werden, sofern wir keinen Grund anzugeben wissen, warum gerade diese in

12) Romanes, Die geistige Entwicklung im Tierreich. S. 291.

13) H B. S. 274.

diesem Augenblick auftreten. Im großen Ganzen ist alles und somit auch das Auftreten dieser Bildungen, welche durch Anpassung und Vererbung zur Grundlage neuer Schöpfungen werden, notwendig und durch ewige Gesetze bestimmt. Wenn der Darwinismus gegenüber der plumpen, anthropomorphistischen Teleologie als eine Zufallslehre erscheint, so ist das nur seine durchaus berechnete negative Seite.“

Eins aber tritt sicher deutlich hervor: Wenn man sieht, wie die Polydesmiden bei ihrem Nestbau verfahren, wie in den hergestellten Nestnapf zunächst die Eier abgelegt werden und dann weiter der Aftersack, die Beine, die Mundteile und nicht zum wenigsten der ganze Körper als geschickt und praktisch verwandte Werkzeuge fungieren und einen für die junge Brut recht zweckmäßig hergerichteten, Schutz gewährenden glockenförmigen Erdbau schaffen, wenn man sieht, wie durch dessen schornsteinartigen Abschluss für die nötige Ventilation im Brutraum und für das spätere Entkommen der ausschlüpfenden Larven durch den kaminartigen Nestausgang ins Freie gesorgt ist, wenn man erkennt, wie die Tiere sich bei ihrem Nestbau auch der Umgebung anzupassen wissen, indem sie statt der Erde vermodertes Blattwerk benützen und wo die Umgebung keine Erdbrocken zum Bedecken und Verstecken des Nestbaus in der verwendbaren Weise bietet, diesen mit ausgestoßenen Kotballen überstreuen, wenn man diese Handlungen in ihrem Zusammenhang überblickt, dann kann man sie unmöglich als einfache mechanische Reaktionen auf unbewusste Empfindungsakte deuten, die zustande kommen durch Berührung und Druck seitens der jeweiligen Umgebung, man kann, mit anderen Worten, die Tiere nicht als „Reflexmaschinen“ betrachten!

Wer es unternimmt, für deren zahlreiche, verschiedenartige Handlungsweisen als Reflexbewegungen die zugehörigen, diese auslösenden und ebenso verschiedenartigen wie zahlreichen Reizfaktoren zu bestimmen, der kommt bei diesem Konstruierungsspiel der Phantasie alsbald zu Absurditäten.

Wenn H. E. Ziegler¹⁴⁾ mit H. Spencer den Instinkt unter Ausschaltung des Bewusstseins für komplizierten Reflex erklärt und sagt, dass die Reflexe und Instinkte auf vererbten Bahnen (kleronomen Bahnen), des Nervensystems, die verstandesmäßigen Handlungen auf im individuellen Leben erworbenen Bahnen (embiontischen Bahnen) beruhen, so fragt man sich, was sind denn nun komplizierte Reflexe und wie entstanden sie?

Wie Ziegler ferner meint, so sei es wohl denkbar, „dass die Fortsätze, welche die Ganglienzellen untereinander in Beziehung

14) Über den Begriff des Instinktes. In: Verhandlg. d. deutschen zoolog. Gesellsch. 1892, S. 123.

setzen, infolge des durch die Erregung der Sinneszellen oder anderer Ganglienzellen erzeugten Reizes (also in direkter oder indirekter Folge von Sinneseindrücken) neue Verbindungen eingehen oder vorhandene Verbindungen verstärken (erworbene Bahnen); so erklären sich die auf Grund der Erfahrung entstehenden Assoziationen; die Fähigkeit, solche zu bilden, das sei der Verstand. —

Daraus, dass Nervenzellenfortsätze infolge von Reizeinwirkungen neue Verbindungen eingehen, sollen sich die Assoziationen, sollen sich im weiteren die Verstandeshandlungen erklären? Was wir unter Aufbietung der feinsten technischen Hilfsmittel und der scharfsinnigsten Untersuchungsmethoden in dem Nervensystem erkennen, das ist weiter nichts als ein grobsinnliches Verhältnis der Materie nach wechselnder Gestaltung, Gruppierung und Bewegung. Wie aber hieraus, aus dem Konkretum, das, was wir Abstraktum nennen, wie aus dem Körperlichen das Geistige entsteht, wie die Verbindungsbrücke zwischen beiden geschlagen wird, das ist uns ganz und gar unerklärlich und unverständlich.

Worin bestehen denn die Neuverbindungen der Ganglienzellenfortsätze und Verstärkung durch Reizeinwirkungen? Ist es dort eine durch veränderten Kontakt bewirkte Umlagerung von Nerven-elementen, ein Wechsel in den bisherigen molekularen Spannungs-verhältnissen und hier ein Zuwachs von Nervensubstanz? — Ein Fortschritt auf dem Wege der Erkenntnis in diese rätselhaften Dinge ist es schon, dass uns die Nerven-anatomie und Physiologie lehrt, im postembryonalen Leben entstanden keine neuen Nervenzellen, sondern nur ihre Länge und Verästelung wachse. Und ferner, dass die Nervenzellentätigkeit einmal reproduktiv, das andere Mal plastisch sei. Einmal werden alte bereits durch unzählige Wiederholungen automatisch gewordene Tätigkeiten identisch oder fast identisch wiederholt. Das andere Mal erscheinen neue und kombinierte Tätigkeiten, indem verschiedene Nervenwellen aneinanderstoßen und besonders durch äußere neue Sinnesreize oder Reizkombinationen veranlasst, neue Kombinationen in den Nerven-elementen ausgelöst werden. Die automatisch reproduktiven Tätigkeiten können mit den Nerven-elementen vererbt werden, ohne jemals von dem Tiere geübt worden zu sein. Ein Sinnesreiz genügt, um die ganze Kette hervorzurufen. Auch die plastischen Eigenschaften der Nervenzellentätigkeit seien erblich, jedoch nur als Anlagen, die das Individuum entwickelt und betätigt, oder nicht entwickelt und betätigt, je nach Umständen (Aug. Forel)¹⁵⁾.

Wie jedoch die Reize perzipiert und als molekulare Nervenbewegung oder Nervenreizwelle (Neurocym nach Forel) in den

15) Aug. Forel, Gehirn und Seele. Verhandlg. d. Gesellsch. deutsch. Naturf. und Ärzte. 66. Versammlung zu Wien. 1894, S. 82.

Nervenbahnen fortgeleitet und in den Neuronen (Waldeyer) umgeschaltet, verstärkt oder abgeschwächt, abgeändert und wie sie zu einer Neuromuskeltätigkeit führen und äußerlich dann zum Ausdruck kommen, über diesen Prozess nach seinem Chemismus und Mechanismus wissen wir nichts. Falls nun das, was die Nerven-anatomie und Physiologie als Tatsachen hinstellt, einwandfrei ist, so ist nicht einzusehen, weshalb nicht die Bautätigkeiten als instinktive Handlungen der Polydesmiden im Laufe der phylogenetischen Entwicklung als ursprüngliche plastische Nervenzellentätigkeiten an-hoben und schließlich in erbliche Automatismen übergingen. Was heute bei den Bruttätigkeiten der Tiere etwa auf Kosten der eigenen Erfahrung und Assoziationenbildung zu setzen ist, das mag nur gering sein, lässt sich aber schwer feststellen. Ihre instinktiven Handlungen spielen sich nach einem Schema ab, dessen Rahmen andererseits jedoch weit genug ist, um einer abgeänderten Betätigung auf Grund der eigenen Sinneswahrnehmung einen Spielraum zu ge-währen. Inwieweit die instinktiven Handlungsweisen, welche auf einer erblichen Anlage beruhen, durch im Einzelleben erworbene Sinneseindrücke und Vorstellungsassoziationen kontrolliert und regu-liert werden, das ließe sich vielleicht nur erfahren aus daraufhin methodisch angestellten experimentellen Untersuchungen.

Wenn wir vorhin nun bei den Polydesmiden aus einer ein-fachen gewohnheitsmäßigen Handlungsweise des Einwühlens in die Erde bei Herannahung des Häutungsprozesses die komplizierten Handlungen der Tiere ableiteten, die sich in dem Nestbau wieder-spiegeln und dabei die natürliche Zuchtwahl im Kampfe um die Arterhaltung als mechanisches Prinzip walten ließen, so folgt daraus noch nicht, dass die Bautätigkeiten nun reine, durch die Zuchtwahl erworbene Mechanismen wären, reine Reflexerscheinungen, die auf bestimmte Reizeinwirkungen ausgelöst werden und ein Empfindungs- und Wahrnehmungsvermögen sowie andere psychische Elemente vollständig ausschlossen. Wer das Gebahren der Polydesmiden in seinen Teilvorgängen verfolgt, wie anstellig und geschickt die Tiere verfahren, wie die einzelnen Handlungen in ihrer Vielseitigkeit den-och so einheitlich zweckmäßig sind, Handlungen, die nach mensch-lichen Begriffen in einer logischen Verknüpfung stehen und Willens-akte, Gedächtnis, Wahrnehmung, ein Bewusstwerden des Nestbau-begins, der vorgenommenen Eiablage, des Wiederaufnehmens der unterbrochenen Bauarbeit verraten, ein Erkennen, dass nunmehr der Bau beendet ist, wer diesen Komplex in einer bestimmt ge-regelten Weise aufeinander folgender und ineinander greifender ver-schiedenartiger, planmäßiger Tätigkeiten bis zur Erreichung eines gewissen und dann erkannten Zieles verfolgt, der kann unmöglich darin ein bewusstloses Spiel von Mechanismen auf verflochtenen Nervenbahnen erblicken, ein mechanisches Getriebe von Vorgängen

oder eine Maschinerie, die einsetzt mit ihrem Räderwerk wie die Spieluhr, und, aufgezogen, dann ein bestimmtes Stück bis zu Ende leiert!

Würden die Bauten der Ameisen, Bienen und Polydesmiden in den entsprechenden Größenverhältnissen zu ihren Baumeistern von den Menschen aufgeführt, so würde jeder ohne weiteres in diesen ingeniösen Bauten einen größeren oder geringeren Grad von Intelligenz erkennen; die Tiere sollen sie gar ohne die Spur eines Bewusstseins aufführen! Eine Handlungsweise, die beim Menschen eine Intelligenz verrät, die kann bei den Tieren aber nicht bewusstlos sein. Das ist ein Widerspruch in sich selber! Und damit kommen wir auf eine prinzipielle Frage in der Untersuchungsmethode, nämlich, ob wir die Handlungsweisen der Tiere nach einem menschlichen Maßstabe beurteilen dürfen, ob der Analogieschluss vom Menschen auf die Tiere zulässig ist.

Vielfach wird ein solcher Analogieschluss verworfen; so auch von H. E. Ziegler¹⁶⁾. Allein, von verschiedenen Seiten wurde dem schon entgegengehalten, dass wir auf den Analogieschluss als ein Mittel der Erkenntnisgewinnung angewiesen seien. Auf einem anderen Wege können wir uns denn auch von den Lebenserscheinungen, von den Lebenstätigkeiten und Handlungsweisen in der Tierwelt keine Anschauung und Vorstellung machen. Es ist eben platterdings unmöglich, das Tierleben nicht in einem gewissen, vermenschlichten Sinne aufzufassen. Hieraus folgt durchaus nicht, dass eine anthropomorphistische Auffassung ins Ungemessene getrieben wird und den Tieren nun eine Überlegung und Motive für ihre Handlungsweisen sowie eine Kombination und Reflexion und Gefühlsaffekte und Empfindungsqualitäten zuerkannt werden gleichwie beim Menschen. Tatsächlich operieren wir denn auch nur mit Analogieschlüssen in der Tierpsychologie. Und das selbst da, wo man dem psycho-physiologischen Wissensgebiet mit dem Rüstzeug einer schwerfälligen Terminologie beizukommen sucht und vermeint, in griechischen Wortbezeichnungen mit mechanistischen Anklängen die Wünschelrute zum Quell der wissenschaftlichen Erkenntnis gefunden zu haben.

Wenn Ziegler¹⁷⁾ die zutreffende Bemerkung macht, dass das psychische Leben (im menschlichen Sinne des Wortes) das Gefühlsleben und das Bewusstsein in der Tierreihe allmählich entstanden sind, entsprechend der allgemeinen Höherentwicklung des zentralen Nervensystems — so zieht er bei dieser vergleichenden Betrachtung schon selbst einen Analogieschluss. Und wenn unser Autor in dem Herbeieilen der Hühner auf den Lockruf zum Futter

16) Was ist ein Instinkt? In: Zoolog. Anz. Bd. 32, S. 252.

17) A. a. O. S. 252.

eine verstandesmäßige Handlung erkennt, so liegt dieser Deutung der Handlungsweise der Tiere ebenfalls der Analogieschluss zugrunde. Ebenso ist es einzig nur ein Analogieschluss, wenn er das Verhalten der Hüpfspinne *Attus arenatus* Cl., welche eine Fliege verschmähte, nachdem ihr vorher mit Terpentin betupfte Fliegen vorgelegt waren, mit Dahl als verstandesmäßig bezeichnet. Eine gewisse Verstandestätigkeit gesteht Ziegler übrigens den Spinnen und Insekten zu. Damit ist aber seine eigene Forderung nicht in Einklang zu bringen, wonach es grundsätzlich verfehlt sei, die Begriffe der Tierpsychologie auf Vorgänge der inneren Erfahrung (Bewusstsein, Gefühl u. dgl.) zu gründen¹⁸⁾. Ziegler will das Bewusstsein aus den Instinkthandlungen ganz ausgeschaltet wissen; Forel¹⁹⁾ erklärt, das Bewusstsein sei eine offenbar ganz allgemeine Eigenschaft der lebenden Neurone, somit auch der tierischen Nervensysteme, woran die Instinkthandlungen gebunden sind.

Wenn wir nunmehr am Schluss unserer erkenntnistheoretischen Betrachtungen über die instinktiven Handlungen der Polydesmiden die Definition des Instinktes, wie sie nach der damals herrschenden Auffassung Charles Darwin und Romanes gaben, mit derjenigen unserer modernen Psychophysiologie vergleichen, so besteht zwischen beiden Definitionen kein wesentlicher Unterschied. Nur die Wort-einkleidung ist eine verschiedene, inhaltlich kommen ihre Umschreibungen der Sache so ziemlich auf dasselbe hinaus. Zumal in der versuchten Erklärung zeigt sich bei beiden, dass das definierte Phänomen nicht restlos und eindeutig erklärt ist. Nach der ersteren Definition beruhen die instinktiven Tätigkeiten auf gewohnheitsmäßigen, vererbten und ihren Zwecken nach unbewussten Handlungen, auf Reflextätigkeiten, welche ein Bewusstseinsmoment, eine kleine Verstandesdosis nicht ausschließen. Nach der modernen Auffassung spricht man von Instinktautomatismen, die sich äußern, indem der primäre Richtungsreiz einen bereits hochdifferenzierten, mehrphasigen hereditären Engrammkomplex ekphoriert, der sich, einmal angetönt, durch alle seine Phasen in ziemlich autonomer Weise, d. h. unabhängig von der Fortdauer des primär auslösenden Reizes, wie eine willkürliche Handlung abzuwickeln vermag, wobei jedoch eine gewisse Plastizität (individuelle Anpassungsfähigkeit) auftreten kann, die sich darin zeigt, dass die Instinkte sich mit plastischen Engrammen, d. h. solchen, welche erst während des Ablaufes neu erworben wurden, assoziieren und so gewisse Veränderungen ihres Ablaufes erleiden können (R. Brun²⁰⁾).

Obschon diese Definition an eine mechanistische Auffassung, jene an eine metaphysische anklingt, so führen doch beide die

18) A. a. O. S. 355.

19) A. a. O. S. 80.

20) Das Orientierungsproblem im allgemeinen und auf Grund experimenteller Forschungen bei den Ameisen. In: *Biolog. Centralbl.* 1915, S. 197.

instinktiven Handlungen auf bestimmte Vorgänge in den Nerven-elementen nach ihren Kausalzusammenhängen zurück. Aber mögen wir nun auch in metaphysischen Gedankengängen an der Hand des Analogieschlusses bei der Analyse der psychischen Erscheinungen in den instinktiven Handlungen der Tiere noch so weit vordringen von der einfachen Reflexbewegung bis zur bewussten Zwecktätigkeit und die Übergänge zwischen diesen aufzudecken suchen oder nach einer mechanistischen Betrachtungsweise die instinktiven Tätigkeiten auf mnemische Erregungen, Kinästhesien, Engrammkomplexe, Ekphorien oder wie sonst noch die klingenden Worte für ihrem inneren Wesen nach unbegreifbare Dinge lauten: wir wandeln weder mit der einen, noch mit der anderen Methode auf den lichtvollen Pfaden der Erkenntnis, sondern straucheln allemal leicht auf den Irrwegen der Spekulation, sowie wir über eine deskriptive Behandlung der Lebenserscheinungen und Vorgänge hinausgehen und damit den Boden der Empirie verlassen!

Die Haupt-Tiertypen in bezug auf die Verteilung der Ruhe- und Aktivitätsperioden im 24 stündigen Zyklus.

Von Dr. J. S. Szymanski (Wien).

(Mit 2 Textfiguren.)

Kein Tier bleibt in einemfort tätig¹⁾: Auf Perioden der Aktivität (bezw. Wachperioden) folgen regelmäßig solche der Ruhe (bezw. Schlafperioden).

Nicht alle Tiere verhalten sich hinsichtlich der Verteilung der Ruhe- und Aktivitätsperioden gleich; die einen wachen bei Tag und schlafen in der Nacht; die anderen umgekehrt; andere wiederum bleiben hauptsächlich in der Dämmerung tätig. Diese von alters her bekannte Eigenschaft der Tiere diente zur Grundlage der längst eingebürgerten Einteilung der Tiere in Tag-, Nacht- und Dämmerungstiere. Bei dieser Klassifikation wurden jedoch stillschweigend bloß jene Tiere, in deren Leben der Gesichtssinn eine mehr oder weniger wichtige Rolle spielt bzw. allen anderen Sinnesrezeptionen voran- geht, berücksichtigt.

Die Lichtverhältnisse zeigen regelmäßige periodische Schwankungen; infolgedessen ist es begreiflich, dass auch die Tiere, bei denen eine bestimmte Lichtintensität als aktivitätserregendes Stimulans dient, in Verteilung ihrer Ruhe- und Aktivitätsperioden

1) Als die bisher bekannten Ausnahmen von dieser Regel sind *Amoeba Proteus* (Gibbs and Dellinger, *The daily life of Amoeba Proteus*, *Am. Journ. of Psychol.* vol. 19, p. 232, 1908) und einige Seefische und andere Seetiere (Polimanti, *Activité et repos chez les animaux marins*, *Extr. du Bull. de l'Inst. Gén. Psych.* 1911, 11^{me} an) zu erachten.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1916

Band/Volume: [36](#)

Autor(en)/Author(s): Voges Ernst

Artikel/Article: [Der Nestbau der Polydesmiden. 515-537](#)