diese Organe bei unsrer Form nicht im Kopf, sondern im Thorax liegen.

Es mögen endlich noch ein paar Worte über die Lebensfähigkeit der beiden mißgebildeten Larven folgen:

Die Triunguliniform von *Xenos Bohlsi* war sicher bis zu einem gewissen Grad lebensfähig. Sie war nicht nur völlig ausgebildet, sondern hatte sogar ihre Embryonalhülle verlassen und war, allem Anschein nach, bereits im Mutterkörper eine Strecke weit gewandert, als sie ihr Schicksal ereilte. Sie befand sich bei der Präparation an der hinteren Grenze des mütterlichen Cephalothorax.

Die Triunguliniform von *Eupathocera sphaecidarum* Duf. hingegen war bei der Konservierung noch nicht ganz reif. Dies geht einmal daraus hervor, daß sie noch nicht die volle Bräunung erlangt hatte, sodann, daß sie noch in ihrer Eihülle steckte, worauf auch die Krümmung ihres Körpers zurückzuführen ist.

3. Über das Verhalten verschiedener wirbelloser Tiere gegen niedere Temperaturen.

Von E. Korschelt, Marburg.

eingeg. 25. Juli 1914.

Den Ausgangspunkt für die hier mitzuteilenden Beobachtungen bildeten die schon vor Jahren an Lumbriciden vorgenommenen Regenerations- und Transplantationsversuche, über welche auf den Versammlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft in Heidelberg und Marburg 1898 und 1906 berichtet wurde¹. Bei dem für diese Versuche zum Teil notwendigen langen Halten der Würmer ergaben sich von selbst Beobachtungen über ihre Lebensweise, wovon einiges im Anschluß an den früheren Bericht bereits vor kurzem mitgeteilt wurde (Zool. Anz., 43. Bd. 1914). Bei jenen Versuchen fiel mir schon das Verhalten der Lumbriciden gegen niedere Temperaturen auf. Man findet im Winter Regenwürmer in geringen Tiefen, die dem Frost ausgesetzt sind, in ziemlich erstarrtem Zustand vor, sodann trifft man nach Kälteperioden die Würmer sehr bald wieder an der Oberfläche an, so daß es scheint, als ob sie sich nicht besonders weit in die Tiefe zurückzögen. Darauf wurde in dem obenerwähnten Aufsatz schon etwas näher

¹ Die hier zu gebenden Mitteilungen sollten den Inhalt eines Vortrages auf der diesjährigen Versammlung der Deutschen Zool. Ges. in Freiburg bilden, an welcher teilzunehmen ich leider verhindert war. Dies bedauerte ich um so mehr, als ich gehofft hatte, bei Gelegenheit der Diskussion neues über den hier behandelten Gegenstand zu hören und aus den Erfahrungen der Fachgenossen Gewinn zu ziehen, da die Angaben in der Literatur sehr zerstreut sind und gewiß manche existieren, die mir unbekannt blieben. Für etwaige Mitteilungen hierüber wäre ich sehr dankbar.

eingegangen. Weiterhin wurde eine Anzahl Versuche angestellt, für welche sich bei Anwendung natürlicher niederer Temperaturen der vergangene Winter recht geeignet erwies.

Versuche mit Lumbriciden.

Die Versuche wurden so ausgeführt, daß die Würmer in Wassergläsern, die mit Erde angefüllt waren, der Kälteeinwirkung verschieden lange Zeit ausgesetzt wurden. Die Würmer waren vorher im ungeheizten Raum bei $+4^{\circ}$ bis 6° C gehalten worden. Bei den Versuchen wurden die Gläser an einer erhöhten, freiliegenden Stelle des Institutsgartens auf den bloßen Erdboden gestellt und in gewissen Zwischenräumen kontrolliert. Die Temperaturen wurden an einem über den Gläsern aufgehängten Maximum- und Minimumthermometer festgestellt. Als sehr beträchtlich erwiesen sich die Temperaturen, welche die Lumbriciden aushielten, nicht. Die Würmer, welche etwa 12 Stunden Temperatur von -2 bis -5° C oder längere Zeit etwas weniger niederen Temperaturen ausgesetzt waren, erwachten zwar zu neuem Leben und konnten noch 8—10 Tage am Leben erhalten werden, begannen aber früher oder später schlaff zu werden und allmählich abzusterben.

Einige dieser Versuche, bei denen zwar nicht alle, aber ein Teil der Würmer lebend blieb und dauernd am Leben erhalten werden konnte, seien hier mitgeteilt. Vorgenommen wurden sie mit *Eisenia foetida* Sav., *Helodrilus longus* Ude, *Lumbricus terrestris* L. und *Lumbricus rubellus* Hoffmstr., von denen in jedem Gefäß je 3 Exemplare der Kälte ausgesetzt wurden².

Versuch 13.

2. I. 1914.	11.30 Vorm.	Temp.	-3°
	2 Nachm.	-	$-2,5^{\circ}$
	4 -	-	$-2,5^{\circ}$
	9.30 -	-	-2° .

2. I. 14, 9.30 Nachm. in einen Raum mit Temp. von $+6^{\circ}$ gebracht; 5. I. alle Würmer lebend, kriechen zum Teil munter herum; 8. I. ebenso. Am 18. I. nur noch je 1 Exemplar von *E. foetida*, *H. longus* und *L. terrestris* vorhanden, wovon das letztere sehr schlaff und wenig lebenskräftig erscheint. Dieser Wurm erholte sich jedoch wieder und war am 24. I. sehr frisch. Alle 3 Würmer wurden bis zum 1. III. 14 weiter beobachtet und sehr frisch gefunden.

Versuch 15.

6. I. 14.	6 Nachm.	Temp.	$+2^{\circ}$
	Nacht	-	0°

² Die Bestimmung und Bezeichnung der Würmer wurde nach Beddard und Michaelsen vorgenommen; eine darauf bezügliche Zusammenstellung findet sich in dem erwähnten Aufsatz (Zool. Anz. 43. Bd. S. 539).

7. I. 14.	7	Vorm.	Temp.	0°
	5	Nachm.	-	+ 2,5°
	6.30	-	-	0°
		Nachts	-	- 5°
8. I. 14.	8	Vorm.	-	- 1°
	9.30	-	-	- 0,5°.

8. I. 14, 9.30 Vorm. in Temp. von + 5°; 9. I. Würmer lebend und zum Teil frisch; 18. I. ein *L. rubellus* sehr frisch; gräbt Gänge, lebend erhalten bis 1. III. 14.

Versuch 18.

10. I. 14.	9	Vorm.	Temp.	- 2,5°
	12	-	-	- 1°
	2	Nachm.	-	- 2°
	7	-	-	- 3°
	9.30	-	-	- 4°
	10	-	-	- 4,5°
	10.30	-	-	- 5°.

10. I. 14, 10.30 Nachm. in Temp. von + 0,5° bis 11. I., 10 Vorm., sodann langsames Auftauen bei + 2 bis 4°; 15. I. Würmer in allen vier Gläsern (mit den obengenannten 4 Arten) recht frisch; einzelne und zwar von allen 4 Arten weiter gehalten bis 1. III. 14.

Zusammenfassend sei für diese mit Lumbriciden ausgeführten Versuche bemerkt, daß die Erde zu einem festen Klumpen gefroren war. Die Würmer, welche sich möglichst weit zurückziehen wollen, lagen zum Teil von außen sichtbar der Glaswand an und erwiesen sich als ganz starr und anscheinend fest gefroren. Natürlich konnte nicht jeder von ihnen daraufhin untersucht werden, zumal es nur darauf ankam, die Würmer nach Möglichkeit am Leben zu erhalten. Die Bedingungen dürften übrigens ähnliche gewesen sein wie die von H. Müller, Thurgau, beobachteten; er fand »bei Regenwürmern, die in Erde einer Temperatur von - 6° ausgesetzt worden waren; den Verdauungskanal von einer nicht unbedeutenden Eiskruste umgeben, die aus radial gerichteten Eissäulen bestand«. Am Leben erhalten konnten die einer derartigen Temperatur ausgesetzten Würmer allerdings nicht werden, doch dürften bei diesen mehr nebenbei angestellten Beobachtungen kaum viele Versuche ausgeführt worden sein³. Einige Angaben über das Ertragen niederer Temperaturen durch Oligochaeten teilte ich bereits früher mit (Zool. Anz. 43. Bd., S. 547).

³ H. Müller, Thurgau, Über das Gefrieren der Pflanzen. Landwirtschaftl. Jahrbücher. 9. Bd. S. 141. 1880.

Gewiß sind die in Erde gehaltenen Würmer an verschiedenen Stellen etwas verschiedenen Bedingungen und Temperaturen ausgesetzt, wodurch sich das verschiedene Verhalten der anscheinend unter den gleichen Verhältnissen gehaltenen Würmer erklären dürfte. Die Bedingungen sind im ganzen bei den im Wasser lebenden Tieren besser zu übersehen, weshalb mit den an Lumbriciden ausgeführten Versuchen stets auch solche mit limicolen Oligochaeten verbunden wurden.

Versuche mit limicolen Oligochaeten.

Die Versuche wurden ebenfalls in Wassergläsern von 150—200 ccm Inhalt vorgenommen, auf deren Boden sich eine geringe Menge Schlamm befand, so daß das Vorhandensein der Würmer jederzeit festgestellt werden konnte. Die Temperaturen, welche ertragen wurden, ohne daß alle Würmer zugrunde gingen, waren bei diesen Versuchen wesentlich niedere.

Zur Verwendung kamen bei diesen Versuchen Angehörige verschiedener Gattungen (*Tubifex*, *Lumbriculus*, *Stylodrilus*, *Limnodrilus*, *Chaetogaster*, *Aeolosoma*); hier soll nur von dem zumeist verwendeten *Tubifex tubifex* Müll. die Rede sein. Von den sehr zahlreichen Versuchen seien hier nur einige recht charakteristische ausgewählt:

Versuch 30.

15. I. 14.	9.50 Vorm.	Temp. — 8°
	11 -	- — 6°
	12.30 -	- — 4,5°
	4.30 Nachm.	- — 4°
	6.40 -	- — 6°
	8 -	- — 6,5°.

15. I. 14, 8 Nachm. in Temperatur von + 5° gebracht, Wasser völlig gefroren; 16. I. Mittags noch Eis; 16. I. Abends einige Würmer lebend, aber weniger beweglich als sonst; 18. I. in einem der beiden Gläser drei, in dem andern 6 Würmer lebend, eine Anzahl gestorben; die Würmer wurden bis zum 24. II. 14 weiter beobachtet und völlig lebensfrisch befunden.

Versuch 48.

23. I. 14.	8.20 Vorm.	Temp. — 13,5°
	11.30 -	- — 8,5°
	3 Nachm.	- — 5°
	7 -	- — 10°.

23. I. 14, 8 Nachm. in Temp. von + 4° gebracht, Wasser völlig gefroren; 24. I. mehrere Würmer erfroren, andre in Stücke zerfallen; einige Exemplare vollständig und gut erhalten; diese lebend und völlig frisch weiter beobachtet bis 24. II. 14, also noch einen Monat.

Versuch 54.

25. I. 14.	9 Vorm.	Temp.	— 11°
	12 -	-	— 9°
	4 Nachm.	-	— 2°
	8 -	-	— 8°.

25. I. 14, 8 Nachm. in Temp. von + 4° gebracht, Wasser völlig gefroren; 26. I. mehrere Würmer erfroren, andre in Stücke zerfallen, einige Würmer lebend und völlig frisch weiter beobachtet bis 24. II. 14.

Versuch 61.

3. II. 14.	8 Nachm.	Temp.	— 3°
	Nachts	-	— 7°
4. II. 14.	8.30 Vorm.	-	— 5°

4. II. 14, 8.30 Vorm. in Temp. von + 5° gebracht, Wasser völlig gefroren; 5. II. einige Würmer gestorben, andre zerstückelt, mehrere Würmer lebend, weiter beobachtet bis 26. II. 14, völlig frisch und lebendig.

Versuch 31.

16. I. 14.	10.45 Vorm.	Temp.	— 8.5°
	12 -	-	— 6.5°
	3 Nachm.	-	— 5°
	6 -	-	— 8°
	8 -	-	— 10°
	9 -	-	— 10°.

16. I. 14, 9 Nachm. in Temp. von + 4° gebracht, Wasser völlig ausgefroren; 17. I. Mittags noch viel Eis, einige Würmer erfroren, andre mit Einschnürungen am Körper oder zerstückelt, andre Würmer noch vollständig erhalten; 18. I. in dem einen Glas 3, in dem andern 5—6 vollständig erhaltene Würmer; weiter beobachtet bis 3. II. 14, dann zu einem neuen Versuch benützt:

3. II. 14.	12.30 Nachm.	Temp.	0°
	2 -	-	+ 2°
	4 -	-	+ 2°
	8 -	-	— 3°
	Nachts	-	— 7°
4. II. 14.	8.30 Vorm.	-	— 5°

4. II. 14, 8.30 Vorm. in Temp. von + 5° gebracht, Wasser völlig gefroren; 5. II. 14 einige Würmer erfroren, einige zerstückelt, zwei große *Tubifex* sehr frisch und lebendig; weiter beobachtet bis 24. II. 14.

Der Versuch 31 ist insofern von Interesse, als er zeigt, wie dieselben Individuen eine wiederholte Einwirkung recht niederer Temperaturen ertragen. Derartige Versuche wurden mehrfach angestellt.

Zusammenfassend sei über die mit *Tubifex* angestellten Versuche bemerkt, daß die am Boden der Gefäße befindlichen Würmer in den auf den kalten Erdboden gestellten Gläsern in der Regel schon ziemlich bald in das von der Oberfläche, von den Seitenwänden und vom Boden ausgehende Eis eingeschlossen wurden und jedenfalls in diesem enthalten waren, und zwar auch dann, wenn das Wasser im Gefäß nicht völlig ausgefroren war, was jedoch für die hier aufgezählten Versuche nicht in Betracht kam. Von dem Gefrieren der Würmer selbst und ihrer Körpersäfte soll erst später die Rede sein.

Versuche mit Planarien.

Die Versuchsanordnung war dieselbe wie bei denen mit *Tubifex*. Verwandt wurden zu den Versuchen: *Planaria torva*, *Pl. alpina*, *Pl. gonocephala*, *Polycelis nigra* und *Dendrocoelum lacteum*, d. h. die gewöhnlichen Arten, welche bei der Bearbeitung in den Kursen benützt wurden.

Da ich ursprünglich nicht die Absicht hatte, die Versuche weiter auszudehnen und mich außerdem einer Angabe erinnerte, wonach die Planarien gegen niedere Temperaturen sehr empfindlich sein sollten, so benützte ich sie erst später zu den Kälteversuchen und führte nur wenige solche mit ihnen aus, die jedoch von jenen Angaben ziemlich abweichende Resultate ergaben und die Planarien als recht widerstandsfähig gegen niedere Temperaturen erkennen ließen. Einige dieser Versuche seien hier ebenfalls mitgeteilt:

Versuch 62 (mit 7 Planarien und 1 *Dendrocoelum* angestellt).

4. II. 14.	10	Vorm.	Temp. — 4,5°
	2	Nachm.	- 0°
	5.30	-	- — 3°
	10	-	- — 5°.

4. II. 14, 10 Nachm. in Temp. von + 5° gebracht, Wasser bis auf einen taubeneigroßen ovalen Raum etwa in der Mitte des Glases ausgefroren; in dem Wasser dieses Raumes sieht man die Planarien an der Eiswand sitzen oder sich hier langsam bewegen; 5. II. 14, 8.30 Vorm. Das Eis ist teilweise aufgetaut, die Planarien und die mit im Glase befindlichen *Tubifex* leben und kriechen umher; die Würmer werden zu einem neuen Versuch verwendet:

5. II. 14.	8.30	Vorm.	Temp. — 9,5°
	10.30	-	- — 6,5°
	11.30	-	- — 5,5°
	1	Nachm.	- — 3°
	2	-	- — 1°
	4.30	-	- — 3°

6.30 Nachm. Temp. — 5°

9.30 - - — 6,5°.

5. II. 14, 9.30 Nachm. in Temp. von + 5° gebracht, Wasser bis auf einen etwa haselnußgroßen Raum in der Mitte des Glases ausgefroren; an dessen Wand einzelne Planarien ganz träge sitzend; 6. II. 14. 3 *Planaria gonocephala*, 3 *Planaria alpina*, 1 *Planaria torva*, 1 *Dendrocoelum lacteum* lebend, weiter beobachtet bis 24. II. 14, anscheinend völlig lebensfrisch.

Versuch 64 (mit 26 Planarien, darunter 4 *Dendrocoelum*, angestellt).

5. II. 14. 9 Nachm. Temp. — 6,5°

Nachts - - — 10°

6. II. 14. 7 Vorm. - - — 10°

6. II. 14, 7 Vorm. in Temp. von + 4° gebracht, immer noch ein nicht ganz haselnußgroßer Wasserraum vorhanden, worin einige Planarien bemerkbar sind; 7. II. 14 die Planarien, etwa 25 Exemplare, darunter 4 *Dendrocoelum lacteum*, kriechen an der Glaswand herum; 8. bis 12. ebenso; am 15. II. 14 werden 22 Planarien (*Pl. gonocephala*, *Pl. alpina* und 4 *Dendrocoelum lacteum*) gezählt; weiter beobachtet bis 1. III. 14.

Versuch 65 (mit 15 Planarien, darunter 2 *Dendrocoelum*, angestellt).

6. II. 14. 8 Vorm. Temp. — 10°

11 - - — 4,5°

1 Nachm. - - — 1,5°

2 - - — 0,5°

5 - - — 3°

7 - - — 5°

9.15 - - — 5,5°

6. II. 14, 9.15 Nachm. in Temp. von + 5° gebracht, Wasser anscheinend ganz ausgefroren; 7. II. 14 von den mit im Glas befindlichen *Tubifex* mehrere erfroren, einige zerstückelt, andere vollständig lebend, die Planarien lebend; 8. bis 10. II. 14 Befund ebenso; 15. II. 14 werden 10 Planarien (*Pl. gonocephala*, *Pl. torva*, *Pl. alpina*, 1 *Dendrocoelum*) gezählt, lebende *Tubifex* sind nicht mehr vorhanden; am 19. II., 26. II. und 1. III. 14 die Planarien völlig lebenskräftig an den Wänden herumkriechend gefunden.

Nach dem Ergebnis dieser Versuche sind die Planarien mindestens ebenso widerstandsfähig wie die Tubificiden; sie haben es auch leichter, sich vor dem Erfrieren zu sichern und sich in die noch nicht gefrorenen Teile des Wassers zurückzuziehen. Infolgedessen werden sie auch dann, wenn sie wirklich ganz vom Eis umgeben und in diesem eingeschlossen sind, dem Einfrieren unter Umständen kürzere Zeit ausgesetzt sein. Daß

sie letzteres ertragen, wird sowohl durch die älteren Untersuchungen von Roedel, wie durch die neueren von Mast verneint. Danach würde die Minimaltemperatur bei 0° liegen, und ganz wenig darunter liegende Temperaturen würden die Planarien schon töten⁴. Die betreffenden Versuche sind jedoch in anderer Weise ausgeführt und gehen von andern Gesichtspunkten aus. Da ich ähnliche Versuche selbst ausführte und diese noch fortsetzen möchte, soll darauf erst später eingegangen werden.

Versuche mit Hirudineen.

Bei den vorher mitgeteilten Versuchen wurde nach Möglichkeit darauf geachtet, daß in dem Bodenschlamm der Gefäße und im Wasser noch andre Tiere vorhanden waren als diejenigen, mit denen die Versuche vorgenommen wurden. Das war gelegentlich mit Hirudineen der Fall. Von diesen Versuchen sei nur einer erwähnt, weil die Versuchsdauer eine verhältnismäßig lange und die Temperaturgrade recht niedrige waren. Zeit und Temperatur sind genau die gleichen, wie bei dem oben für Planarien besprochenen Versuch 62. Das im Wasser befindliche Exemplar von *Herpobdella atomaria* (*Nephele vulgaris*) lebte in gleicher Weise weiter wie dies bei Versuch 62 von den Planarien angegeben wurde und wurde bis 3. III. 14 weiter beobachtet.

Insofern bei diesem Versuch das Wasser im Gefäß nicht völlig ausgefroren war (vgl. oben bei Planarien Versuch 62 S. 111), bestand für den Blutegel die Möglichkeit, daß er, obwohl vom Eis umgeben, in einer noch mit flüssigem Wasser gefüllten Höhlung lag, deren Temperatur gewiß eine weniger niedere war. Übrigens scheinen die Hirudineen recht niedere Temperaturen zu vertragen. Wenn auch die von Pouchet mit *Hirudo medicinalis* angestellten Versuche, bei denen allzu niedere Temperaturen (bis — 13,5° C) verwendet wurden, zum Tode der Tiere führten⁵, so erwachten andererseits einzelne Exemplare von *Aulastoma gulo* (nach einstündiger Anwendung von — 5° C, auch wenn sie schon teilweise gefroren waren, zu neuem Leben (H. Roedel). Ähnliche Ergebnisse erzielte Roedel auch mit *Clepsine complanata*, worauf wie auf andre seiner Resultate zurückzukommen sein wird.

Versuche mit Ostracoden.

Die zu den Versuchen benützten Muschelkrebse wurden als *Cypris virens* und *Cyclocypris laevis* bestimmt. Von den im Bodensatz der Gefäße befindlichen Tieren gingen immer einige zugrunde, wahrschein-

⁴ H. Roedel, Über das vitale Temperaturminimum wirbelloser Tiere. Inaug.-Diss. Halle 1881. (Zeitschr. f. Naturw. Halle. 59. Bd. 1886.) — S. O. Mast, Reactions to temperature changes in Spirillian, *Hydra* and Freshwater Planarians. Americ. Journals of Physiology. Vol. 10. 1904.

⁵ F. A. Pouchet, Recherches expérimentales sur la congélation des animaux. Journ. Anat. Phys. Vol. 3. 1866.

lich diejenigen Individuen, welche aus irgend einem Grunde besonders früh in das Eis geraten und infolgedessen sehr fest gefroren waren. Die angewandten Temperaturen und diejenigen, welche von den Muschelkrebsen vertragen wurden, waren recht niedere, was wohl mit ihrer großen Beweglichkeit und vielleicht mit dem durch die Schale gewährten Schutz zusammenhängt. Einige der Versuche seien hier ebenfalls mitgeteilt.

Versuch 48.

23. I. 14.	8.20 Vorm.	Temp. —	13,5°
	11.30 -	-	8,5°
	3 Nachm.	-	5°
	7 -	-	10°

23. I. 14, 7 Nachm. in Temp. von + 4°, Wasser völlig gefroren;
25. I. 14 1 *Cypris* und 1 *Cyclocypris* lebend; weiter beobachtet bis
24. II. 14, durchaus lebenskräftig.

Versuch 50.

23. I. 14.	10 Nachm.	Temp. —	11,5°
	Nachts	-	14°
24. I. 14.	7 Vorm.	-	14°

24. I. 14, 7 Vorm. in Temp. von + 4° gebracht; der aus dem Glas genommene Eisklumpen in vier ungefähr gleich große Stücke zer schlagen, wobei sich keine Spur von Wasser zeigt; 26. I. 14 1 *Cyclocypris* lebend, anscheinend völlig frisch; weiter beobachtet bis 24. II. 14.

Versuch 53.

24. I. 14.	9.30 Nachm.	Temp. —	9,5°
	Nachts	-	11,5°
25. I. 14.	7.45 Vorm.	-	11,5°

25. I. 14, 7.45 Vorm. in Temp. von + 4° gebracht, Wasser völlig gefroren; 26. I. 1 *Cyclocypris* lebend; als völlig lebenskräftig weiter beobachtet bis 24. II. 14.

Versuch 56.

25. I. 14.	8 Nachm.	Temp. —	8°
	Nachts	-	10°
26. I. 14.	7 Vorm.	-	8°

26. I. 14, 7 Vorm. in Temp. von + 4°, Wasser völlig gefroren;
27. I. 14 3 *Cyclocypris* lebend; als völlig lebenskräftig weiter beobachtet bis 24. II. 14.

Versuch 63.

5. II. 14.	8 Vorm.	Temp. —	9,5°
	10.30 -	-	6,5°
	11.30 -	-	5,5°

1	Nachm.	Temp.	— 3°
2	-	-	— 1°
4.30	-	-	— 3°
6.30	-	-	— 5°
9.30	-	-	— 6,5°

5. II. 14, 9.30 Nachm. in Temp. von + 4° gebracht, im Eis noch ein walnußgroßer Wasserraum etwa in der Mitte des Gefäßes; 6. II. 4 *Cyclocypris*, 2 *Cypris* lebend; weiter beobachtet bis 26. II. 14.

Versuche mit Copepoden.

Die wenigen mit *Cyclops* und *Canthocamptus* angestellten Versuche ließen immerhin erkennen, daß die Tiere ähnliche Widerstandsfähigkeit gegen niedrigere Temperaturen besitzen. So blieben bei dem mit *Tubifex* angestellten, oben erwähnten Versuch 31 einige *Canthocamptus* lebend und wurden bis 24. II. 14 weiter beobachtet. — Bei einem andern Versuch (Versuch 35), der mit — 9,5° begann und bei anfangs bis — 1° steigender, dann wieder fallender Temperatur (bis — 4,5°) durch beinahe 12 Stunden ausgeführt wurde und bei dem das Wasser im Gefäß fast völlig ausgefroren war, blieben außer einer Anzahl Ostracoden auch 2 *Canthocamptus* und 1 *Cyclops* am Leben und wurden etwa 14 Tage lang weiter beobachtet.

Ferner blieben bei den für die Planarien angegebenen Versuchen 64 und 65 mehrere *Cyclops* lebend und wurden bis 26. II. 14 weiter beobachtet. Die *Cyclops*-Weibchen des Versuchs 65 trugen bald Eiersäckchen, und am 26. II waren in dem betreffenden Glas zahlreiche junge Naupliuslarven zu beobachten.

Die sehr beweglichen Copepoden dürften sich durch Aufsuchen des von der Vereisung freibleibenden Wassers noch länger und besser vor dem Tod des Erfrierens zu schützen wissen.

Versuche mit andern Tieren.

Arthropoden.

Acarinen. Im Bodensatz der zu den Versuchen verwandten Gläser fanden sich gelegentlich Milben, die recht niedrigere Temperaturen ertrugen, so bei dem vorher erwähnten Versuch 35, der mit — 9,5° begann und bei dem die Temperatur in 5 Stunden bis — 1° stieg, um dann innerhalb 7 Stunden wieder bis — 4,5° zu fallen. Die Milben blieben bei derartigen Temperaturen völlig lebensfrisch und hielten sich ebenso längere Zeit weiter.

Insektenlarven. Recht niedrigere Temperaturen vertragen auch die Larven von *Chironomus plumosus*, die häufig im Bodensatz der Gläser vorhanden waren. Ich führe einige Versuche an, bei denen sie gut erhalten blieben:

Versuch 21.

11. I. 14.	7	Vorm.	Temp. — 8°
	11	-	- — 5°
	4.30	Nachm.	- — 3°
	7	-	- — 3°

11. I. 14, 7 Nachm. in Temp. von + 5° gebracht; das betreffende Glas war nur zur Hälfte mit Wasser gefüllt und völlig ausgefroren, die darin befindlichen *Tubifex* alle erfroren, *Cyclocypris* und *Cypris* dagegen leben geblieben; *Chironomus*-Larve lebend gehalten bis 31. I. 14.

Versuch 23.

12. I. 14.	8	Nachm.	Temp. — 6°
		Nachts	- — 6°
13. I. 14.	7	Vorm.	- — 4,5°
	9.30	-	- — 4°

13. I. 14, 9.30 Vorm. in Temp. von + 5° gebracht; 15. I. *Chironomus*-Larve lebend gehalten bis 15. II. 14.

Versuch 60.

3. II. 14.	9	Vorm.	Temp. — 5°
	2	Nachm.	- + 2°
	4	-	- + 2°
	8	-	- — 3°
		Nachts	- — 7°
4. II. 14.	8.30	Vorm.	- — 5°

4. II. 14, 8.30 in Temp. von + 5°, Wasser völlig gefroren; 5. II. 4 *Chironomus*-Larven lebend und gehalten bis 26. II. 14.

Auch bei diesen Versuchen waren immer einzelne *Chironomus*-Larven erfroren; vermutlich weil sie zu früh im Eis festgehalten wurden; allerdings bemerkte ich nicht, daß sich diese Larven nach Möglichkeit dem noch eisfreien Wasser zuwandten, wie es von verschiedenen der vorher erwähnten Tiere angegeben wurde.

Ganz ähnlich wie die Larven von *Chironomus* verhielten sich einige andere nicht näher bestimmte Dipteren-Larven.

Mollusken.

Einige bei verhältnismäßig niederen Temperaturen mit *Cyclas cornea* unternommene Versuche ergaben folgende Resultate.

Versuch 40.

19. I. 14.	6.30	Nachm.	Temp. — 1,5°
		Nachts	- — 6°
20. I. 14.	7	Vorm.	- — 5°
	10.30	-	- — 5,5°

20. I. 14, 10.30 Vorm. in Temp. von $+ 5^{\circ}$ gebracht; Wasser völlig gefroren; 21. I. 14 1 *Cyclas* lebend, weiter gehalten bis 15. II. 14.

Versuch 52.

24. I. 14.	11	Vorm.	Temp. — 10°
	4.20	Nachm.	- — $4,5^{\circ}$
	6.45	-	- — 8°
	9	-	- — 9°

24. I. 14, 9 Nachm. in Temp. von $+ 4^{\circ}$ gebracht, Wasser völlig gefroren; 26. I. 14 4 *Cyclas* lebend, weiter gehalten bis 24. II. 14.

Versuch 59.

2. II. 14.	11	Vorm.	Temp. $+ 2^{\circ}$
	2	Nachm.	- $+ 3^{\circ}$
	9.30	-	- — 4°
		Nachts	- — 7°
3. II. 14.	7	Vorm.	- — 6°

3. II. 14, 7 Vorm. in Temp. von $+ 5^{\circ}$ gebracht; Wasser ziemlich ausgefroren, in der Mitte einige Luftblasen beweglich; 4. II. 14 1 *Cyclas* lebend, weiter gehalten bis 25. II. 14.

Auch bei diesen Versuchen fanden sich außer den lebenden immer einige gestorbene Muscheln vor.

Würmer.

Außer den schon besprochenen Versuchen mit Lumbriciden, limicolen Oligochaeten, Hirudineen und Planarien wurden noch Beobachtungen an einigen andern Vertretern der Würmer gemacht.

Von rhabdocölen Turbellarien trat gelegentlich ein *Stenostomum* (*leucops*?) in den Gläsern auf und wurde nach Ablauf der Gefrierversuche wieder aufgefunden und weiter beobachtet, wie z. B. bei

Versuch 34.

17. I. 14.	8.15	Vorm.	Temp. — $11,5^{\circ}$
	9.45	-	- — $9,5^{\circ}$
	2	Nachm.	- — 1°
	4	-	- — 1°
	6	-	- — 3°
	8	-	- — 4°

17. I. 14, 8 Nachm. in Temp. von $+ 5^{\circ}$ gebracht; Wasser völlig gefroren; am 19. I. war das *Stenostomum* ganz munter und wurde auch weiterhin noch so beobachtet. Es ist anzunehmen, daß derartige zarte Tiere sich in noch nicht gefrorenen Teilen des Wassers längere Zeit halten können.

Rotatorien.

Recht häufig wurden Rädertiere im Bodenschlamm der Gläser sowohl wie nach Einwirkung der Kälte beobachtet. Als Beispiele seien die bei den Planarien und Ostracoden erwähnten Versuche 62 und 63 (4. und 5. II. 14) genannt, die ziemlich niedere Temperaturen aufweisen und bei denen nach Ablauf der Kälteeinwirkung am 6. II. 14 Angehörige der Gattung *Rotifer* im Bodensatz der Gläser völlig lebensfrisch aufgefunden und bis 26. II. 14 weiter beobachtet wurden. — Die nach Versuch 62 und 63 angegebenen Temperaturen würden allerdings kaum erwähnenswert sein, wenn es richtig wäre, daß Rotatorien 24 Stunden bei -60° gehalten werden können und nachher wieder aufleben(?), wie R. Pichet angibt. Erst bei noch niedrigeren Temperaturen (-80 bis 90°) sollen sie zugrunde gehen. (La vie et les basses températures. Rev. scient. t. 52, 1893.)

Nematoden.

Recht niedere Temperaturen halten auch die Nematoden bei der hier gewählten Versuchsanordnung aus, wie die folgenden Versuche zeigen:

Versuch 20.

10. I. 14.	8 Nachm.	Temp. -4°
	Nachts	- -8°
11. I. 14.	7 Vorm.	- -8°
	9 -	- -6°

11. I. 14, 9 Vorm. in Temp. von $+4^{\circ}$ gebracht; das Glas war nur ein Drittel mit Wasser gefüllt und völlig ausgefroren, so daß fast alle darin befindlichen Tiere außer 2 *Cyclocypris laevis* und 4 kleinen Nematoden zugrunde gegangen waren. Diese waren ganz lebensfrisch und wurden bis 31. I. weiter beobachtet.

Versuch 26.

14. I. 14.	11.30 Vorm.	Temp. -6°
	12.30 -	- -5°
	1.30 Nachm.	- -5°
	2 -	- -5°
	4 -	- -4°
	6 -	- -5°

14. I. 14, 6 Nachm. in Temp. von $+5^{\circ}$ gebracht; das Glas war nur zu einem Drittel mit Wasser gefüllt und ganz ausgefroren, alle Tiere mit Ausnahme von 2 *Cypris virens* und 3 Nematoden gestorben; diese bis zum 31. I. 14 weiter beobachtet.

Ebenso wurde bei dem oben (S. 117) erwähnten Versuch 34 ein (größerer) Nematode nach dem Auftauen des Eises lebend vorgefunden und bis 24. II. 14 weiter beobachtet.

Die im Vorstehenden mitgeteilten Versuche geben nur eine Auswahl der von mir angestellten ungefähr 70 Versuche, die ich nach anderer Richtung noch weiter zu führen und über die ich später im Zusammenhang zu berichten gedenke. Wie aus der gegebenen Darstellung zu erkennen ist, sind die Versuche so vorgenommen, daß sie einigermaßen den natürlichen Bedingungen entsprechen. Bei den Wassertieren gingen sie also nicht darauf aus, mit geringer Wassermenge deren vollständiges Eingefrieren und damit den ziemlich sichern Tod der darin eingeschlossenen Tiere herbeizuführen, um auf diese Weise die Minimaltemperatur festzustellen.

Den hier mitgeteilten Versuchen wird man mit Recht entgegenhalten können, daß sie gar nicht den Temperaturen entsprechen, welche in Wirklichkeit auf die betreffenden Tiere einwirkten, denn an den Stellen, wo die Tiere in der Erde lagen oder sich im Wasser zwischen dem Eis befanden, war die Temperatur natürlich eine andere als sie in der umgebenden Luft gemessen wurde. Für kleinere Tiere, wie sie hier untersucht wurden, genau die Temperatur ihrer allernächsten Umgebung festzustellen, wird überhaupt nicht ganz leicht sein und wurde auch hier bei den von mir vorgenommenen Versuchen nicht angestrebt. So beabsichtigen diese Versuche, um dies nochmals hervorzuheben, mehr im allgemeinen die Temperatur ausfindig zu machen, bei welcher die betreffenden Tiere unter Lebensbedingungen, welche von den natürlichen nicht allzuweit abweichen, noch existenzfähig sind, weniger aber den Minimalpunkt der Temperatur festzustellen, bei welchem sie nicht mehr zu existieren vermögen, wie dies besonders durch die Experimente von Pouchet, Pictet, Roedel und Bachmetjew angestrebt wurde⁶. Diejenigen Versuche, bei denen die betreffenden Tiere alsbald zugrunde gingen oder sich nicht dauernd lebensfähig erwiesen, wurden hier nicht mitgeteilt; auf sie denke ich bei ihrer Weiterführung und Vervollständigung ebenfalls später noch einzugehen. Das gleiche gilt für die Ursachen, welche in letzter Instanz den Erfrierungstod herbeiführen. Darüber wie über die Fähigkeit völlig gefrorener Tiere, nach dem Auftauen weiter zu leben, bestehen recht verschiedene Meinungen. Nicht nur von niederen, sondern auch von höheren Tieren, z. B. Fischen, wurde angegeben, daß sie in völlig festgefrorenen Zustand gebracht und dann mit allmählichem Steigen der Temperatur wieder zu neuem Leben erweckt werden können. Inwiefern dabei von einem wirklichen Gefrieren der Körpersäfte die Rede ist und wie weit dieses geht, muß wohl vorläufig als noch recht fraglich erscheinen. Die näheren Umstände sind übrigens

⁶ P. Bachmetjew, Experimentelle entomologische Studien vom physikalisch-chemischen Standpunkt aus. Leipzig 1901. — Einfluß der äußeren Temperaturen auf die Insekten. Sofia 1907.

am Tierkörper noch schwerer als bei den Pflanzen festzustellen, bei denen man sich bemüht hat, auf mikroskopischem Wege, besonders hinsichtlich des Verhaltens der Zellen weiter zu kommen und die Erfrierungserscheinungen nach Möglichkeit auf physikalisch-chemische Vorgänge zurückzuführen. Zumal die infolge des Gefrierens eintretende Wasserentziehung und die dadurch bedingte Konzentration der Salzlösungen, abgesehen von den dabei eintretenden mechanischen und sonstigen Veränderungen, ist für die Erklärung des Gefriertodes herangezogen worden. Außer an die älteren Untersuchungen von J. Sachs (1860 und 1865), Göppert (1871—1883), H. Müller-Thurgau (1880 bis 1894) soll nur an die neueren eingehenden Behandlungen dieser interessanten und praktisch wichtigen Frage durch H. Molisch (Über das Erfrieren der Pflanzen, Jena 1897), W. Pfeffer (Pflanzenphysiologie 1894), C. Mez (Flora, 94. Bd., 1905), A. Kanitz (Zeitschr. f. physikal. Chemie 1910), E. Schaffnit (K. W. Institut für Landwirtschaft, 3. Bd., 1910, und Zeitschr. f. allg. Physiologie, 12. Bd., 1911), H. W. Fischer (Beiträge zur Biologie der Pflanzen, 10. Bd., Breslau 1911) erinnert werden. Hierzu sei bemerkt, daß die auf die Erfrierungserscheinungen an Tieren und Pflanzen bezügliche, allmählich recht umfangreich gewordene Literatur hier nur so weit als unbedingt nötig berücksichtigt werden konnte, was bei der ausführlichen Veröffentlichung nach Möglichkeit nachgeholt werden soll. Es dürfte sich dann auch die Gelegenheit bieten, auf das hier ebenfalls nicht berücksichtigte Verhalten der unter natürlichen Bedingungen bei sehr niederen Temperaturen lebenden Tiere der Hochgebirge und Polarländer einzugehen (man vgl. z. B. F. Zschokke, Die Tierwelt der Hochgebirgsseen, Neue Denkschr. der allg. Schweizer. Ges. f. ges. Naturwiss., Zürich 1900).

4. Zur Kenntnis neuer oder seltener Hydroidpolypen, meist Campanulariden, aus Amerika und Norwegen.

Von E. Stechow, München.

(Mit 9 Figuren.)

eingeg. 8. August 1914.

In der nachfolgenden kurzen Mitteilung gebe ich die Beschreibung von sechs neuen Arten, sowie einige wichtige Ergänzungen zur Kenntnis schon bekannter Species.

Das Material ist zu einem Teil von Dr. Arago in Rio de Janeiro gesammelt worden, zu einem andern Teil von Dr. Broch, Dr. Marx und Dr. Ewald in Norwegen. Der größte Teil aber stammt von einer Ausbeute, die ich selbst in Westindien gemacht habe.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zoologischer Anzeiger](#)

Jahr/Year: 1914

Band/Volume: [45](#)

Autor(en)/Author(s): Korschelt Eugen

Artikel/Article: [Über das Verhalten verschiedener wirbelloser Tiere gegen niedrigere Temperaturen. 106-120](#)