jeder dieser Arten mit der nächstfolgenden, die Uebergangsschichten ausgenommen, zusammen vorkommt.

Neritodonta semidentata NEUMAYR und *N. sinjana* BRUSINA, die die Prososthenien durch alle Horizonte begleiten, nehmen mit der Zeit an Größe zu, bleiben aber stets glatt.

Die Behandlung und Darstellung der übrigen Arten und ihrer Entwicklung, die wie bereits erwähnt, in der gleichen Weise verläuft, soll einer späteren Veröffentlichung vorbehalten bleiben.

Literatur

KERNER, Gliederung der Sinjaner Neogenformation. — Verh. k. k. geol. Reichsanst. Wien **1905**, Nr. 6.

NEUMAYR, Die dalmatinischen Süßwassermergel. — Jb. k. k. geol. Reichsanst. Wien **19**, 355—369. 1868.

Kohlensäureschäden an Mollusken in kleinen sauren Waldgewässern

Von

A. von Brandt, Königsberg Pr.

(Mit Tafel 5)

Die Konzentration der Kohlensäure in unseren Seen pflegt im allgemeinen so gering zu sein, daß eine Anätzung des Gehäusekalkes lebender Mollusken durch aggressive Kohlensäure nicht in Frage kommt. Selbst die leeren Schalen können sich mehrere Jahrzehnte in der Schalenzone der Seen halten. Für *Dreissensia polymorpha* berechnete LUNDBECK (1926) im großen Plöner See eine durchschnittliche Haltbarkeit der leeren Schalen von 29 Jahren. In kalkreicheren Seen ist die Haltbarkeit entsprechend länger. Es finden sich hier Schalen, deren Periostrakum längst verwittert ist, deren

Kalk aber weich und knetbar wurde, so daß er leicht von sprossendem Schilf durchstoßen oder mit der Hand zu einem Kalkbrei zerdrückt werden kann (z. B. Mossong-See, Ostpr.). Ganz anders wird das Verhältnis in kalkarmen und kohlensäurereichen, daher sauren Gewässern. Hier kommt es zur völligen Auflösung des Kalkes der leeren Schalen in ganz kurzer Zeit. Das Periostrakum hält sich dagegen viel länger. Derartige entkalkte Molluskenschalenreste werden in den tiefen kohlensäurereichen Ostseebecken und in unseren sauren Seen und Kleingewässern gefunden. In letzteren wird die Schale schon zu Lebzeiten des Tieres angegriffen.

Die Voraussetzung der Anätzung des Schalenkalkes bei den lebenden Mollusken ist die Zerstörung der Schalenepidermis, da das saure Wasser nicht von innen an den Kalk wie bei den leeren Schalen herankann. Die Zerstörung der Oberhaut kann mechanisch oder biologisch erfolgen. Ueber die gelegentliche Mitwirkung von Algen bei derartigen Vorgängen mit nachfolgender Schalenkorrosion ist eine beträchtliche Literatur entstanden. (Eine ältere Zusammenfassung findet sich bei WESENBERG-LUND 1901, eine spätere bei ZAUNICK 1914). Die Verletzungen des Periostrakums werden vorwiegend durch Scheuerung, Stoß und gegenseitiges Benagen hervorgerufen. (Vergl. zu dieser Frage auch: SIMROTH 1908-28, GEYER 1909 und 1920, ISRAEL 1913, MÜLLER 1916, NAUMANN 1921, SCHERMER 1921, WASMUND 1926).

Liegen erst einmal die Kalkschichten frei, so kann die Zerstörung durch die Kohlensäure rasch vor sich gehen. Die Auflösung erfolgt nach der Gleichung: $CaCO_3+CO_2+H_2O=Ca(HCO_3)_2$.

Es muß auch erwähnt werden, daß die direkte

Wegnahme von Gehäusekalk beim Benagen durch andere Schnecken gerade in sauren und kalkarmen Gewässern recht beträchtlich ist. Zum Abraspeln von Kalk kommt es aber auch in alkalischen Gewässern, wenn die Gastropoden sich gegenseitig die Algenrasen von ihren Gehäusen weiden.

Zur näheren Untersuchung des Auftretens der vorwiegend chemisch durch aggressive Kohlensäure hervorgerufenen Gehäusekorrosion wurde die Molluskenfauna in vier sauren, ausdauernden und vegetationsarmen Laubwaldtümpeln untersucht. Von dreien dieser Gewässer wurden ausführliche Angaben über die Milieufaktoren an a. O. gemacht (v. BRANDT 1935), hier folgen nur einige Daten über die Minima und Maxima der Reaktion (pH, Bestimmung mit Hellige-Komparator), der Alkalinität und der freien Kohlensäure (mg/l) nach Untersuchungen, die 1932 und 1933 durchgeführt wurden. In diesen 4 Gewässern fanden sich folgende Mollusken:

Calla-Tümpel
(pH 4,9—5,9, Alk. 0,2—1,4, fr. CO_2 5—262)

Pisidium spec.)
Sphaerium corneum)
Segmentina nitida)

Riccia-Tümpel
(pH 5,2—6,3, Alk. 0,3—2,0, fr. CO_2 17—259)

Sphaerium corneum

Hommel-Tümpel
(pH 5,7—6,6, Alk. 0,7—2,2)

Sphaerium corneum
Spiralina vortex
Acroloxus lacustris

Erlen-Tümpel
(pH 6,0—6,7, Alk. 0,3—5,5, fr. CO_2 7—215)

Sphaerium corneum
(*Stagnicola palustris**)
(*Radix peregra*)
Coretus corneus
Segmentina nitida
Aplexa hypnorum

*) Ueber die Lebensweise von *Stagnicola palustris* hat FRÖMMING in der Int. Rev. Ges. Hydr., **32**, (1935) berichtet. Auch auf die Beziehung zur Reaktion ist dabei eingegangen worden. M. E. ist diese Frage ohne Berücksichtigung der Besiedlungs-

Alle eingeklammerten Arten fanden sich nur hin und wieder, alle übrigen in großen Mengen.

Unterschiedlich wie der Chemismus der rein äußerlich sehr ähnlichen Gewässer ist ihr Molluskenbestand. Der sehr saure Calla-Tümpel ist fast molluskenfrei. In den übrigen tritt besonders *Sphaerium corneum* in großen Mengen auf.

Stark von einander abweichend wie die Molluskenlisten der einzelnen Tümpel ist ihre quantitative Zusammensetzung, das trifft auch für die verschiedenen Teile ein und desselben Waldgewässers zu. Eine quantitative Untersuchung an drei ökologisch verschiedenen Stellen des Erlen-Tümpels zeigt dies eindeutig und warnend für quantitative Molluskenuntersuchungen in kleinen Gewässern. Der 85 m lange Erlentümpel liegt mit seiner Längsachse senkrecht zu dem Waldrande. Die erste untersuchte Stelle lag am weitesten im Walde, sehr schattig und mit einer Maximaltiefe von 60 cm. Die zweite Stelle lag schon näher dem Waldrande, war nur wenige Zentimeter tief und zeitweilig im Sommer trocken. Die dritte Stelle lag dem Waldrande am nächsten, verfügte über das meiste Licht und erreichte im Maximum eine Tiefe von 70 cm.

An diesen drei Stellen fanden sich auf 1 m^3 folgende Molluskenmengen (berechnet aus 3—5 Proben zu $^1/_{16}$ m^3):

	I	II	III
Sphaerium corneum	441,6	161,6	304,0
Coretus corneus .	89,6	8,0	216,0
Segmentina nitida	144,0	1200,0	32,0
Aplexa hypnorum	0,0	40,0	0,0
	675,2	1409,4	552,0

stärke und der Größe der Reaktionsschwankung nicht zu lösen. Außerdem weichen die Ergebnisse der pH-Messung je nach der Methode stark von einander ab.

Die Verteilung ist außerordentlich aufschlußreich, soll aber hier nicht im einzelnen erörtert werden. Interessant ist die Ansammlung von *Coretus corneus* in dem lichtreichsten Gebiet, das in seinem Charakter dem der offenen lichtreichen Feldgewässer sehr nahe kommt.

In allen 4 Tümpeln kommt es zu kolossalen Kohlensäureanreicherungen besonders im Winter unter Eis, auch im Hommel-Tümpel, von dem keine besonderen Angaben über das CO_2-Minimum und Maximum gemacht wurden, da nur wenige Kohlensäurebestimmungen vorliegen. Treten Kohlensäureschäden an den Gehäusen der hier lebenden Mollusken auf, so sind sie in diesen Gewässern bei der zeitweilig ungeheuren CO_2-Ansammlung am ehesten zu erwarten.

Die zur Klärung dieser Frage angestellte Untersuchung ergab sehr eindeutig, daß die Schalen von *Sphaerium corneum, Segmentina nitida, Spiralina vortex, Aplexa hypnorum* und *Arcoloxus lacustris* völlig unverletzt waren, solange sie bewohnt wurden. Nur bei den in diesem Biotop unvermutet erscheinenden Arten waren schwere Beschädigungen der Gehäuse festzustellen, nämlich bei *Radix peregra, Stagnicola palustris* und *Coretus corneus* sämtlich im Erlentümpel, dessen Reaktionsverhältnisse am günstigsten waren, und daher diesen sonst weniger saure, aber licht- und vegetationsreichere Biotope bewohnenden Arten die Einwanderung ermöglicht hatten. *Acroloxus lacustris,* die man sonst kaum auf totem Buchenlaub vermuten wird, erwies sich ebenfalls als widerstandsfähig.

Die Kohlensäureschädigung der Gehäuse von *Coretus corneus* erschien in zwei Formen. Meistens ist der älteste Schalenteil stark beschädigt oder fehlt ganz, so daß die Gehäuse durchbohrt erscheinen. Von

70 Exemplaren fehlten 53, also 75,7%, die ältesten (1—3) Umgänge. Die Folge ist eine teratologische Septenbildung um das Gehäuse wieder zu verschließen. Derartige teratologische Septen sind an *Lymnaea stagnalis* beobachtet worden (SIMROTH 1908—28, GEYER 1920). (Taf. 5, Fig. 1, *Coretus* mit Septum, aufgeschnitten.)

Außer der Zerstörung der ältesten Gewinde finden sich napfartige Korrosionen auf allen Teilen der Schale. (Taf. 5, Fig. 2.)

Von den oben durchgesehenen 70 Gehäusen von *Coretus corneus* wiesen 36, also 51,4%, Zerstörungen der Oberhaut mit napfartigen Schalenkorrosionen auf. Bei einigen handelte es sich nur um typische Fraßspuren von Artgenossen, ähnlich wie sie sich in mit Gastropoden übervölkerten Aquarien nachweisen lassen. Durch die Kohlensäure wird der hierdurch freigelegte Kalk angegriffen und die Fraßlöcher nehmen immer größere Dimensionen an. Von Innen her werden, anscheinend in Intervallen, von dem Tiere neue Kalkmengen abgeschieden und so die durch den Kohlensäureangriff immer wieder dünn werdenden Stellen aufs neue repariert. Bei dem Verlust der ältesten Windungen handelt es sich ebenfalls vorwiegend um Zerstörungen, die durch Beseitigung des Periostrakums durch gegenseitiges Benagen eingeleitet werden. Es ist auch an eine höhere Sprödigkeit der Oberhaut im sauren Wasser zu denken, zumal es vorkommt, daß die Mollusken bei starken Wasserstandsschwankungen einige Zeit trocken liegen, wodurch das Periostrakum sehr leidet. (*Coretus corneus* vermag solche Perioden sehr gut zu überstehen, auch wenn keine Möglichkeit zum Verkriechen unter feuchte Blätter besteht. Die Mündung wird durch ein klares Schleimhäutchen verschlossen.)

Die gleichen Korrosionen treten auch bei *Stagnicola palustris* und *Radix peregra* auf. Neben großen Fraßlöchern sind die Gehäusespitzen stark deformiert. (Taf. 5, Fig. 3.)

Die Kohlensäure dringt an den Verletzungen unter die benachbarte Schalenepidermis, löst den Kalk auf und die Epidermis blättert ab.

Aehnliche Erscheinungen wurden in einem anderen sauren Gewässer an *Viviparus fasciatus* beobachtet. (Taf. 5, Fig. 4.) Auch hier kommt es zu Bildungen von Septen, die das Schaleninnere gegen das Wasser abschließen. Durch den Verlust der ältesten Gewinde entsteht für die Tiere ein Raumverlust. Es ist aber nicht anzunehmen, daß durch die Zerstörung der ältesten Schalenteile das Tier „einen erheblichen Teil seiner Leber einbüßt" (MÜLLER 1916). Wahrscheinlicher ist ein Rückzug des Intestinalsackes aus der Gehäusespitze wie bei den Gastropoden, bei denen eine natürliche Septenbildung mit nachfolgender Dekollation des Apex als Wachstumserscheinung üblich ist.

Die korrodierten Mollusken zeichnen sich durch ein starkes und rauhes Periostrakum aus, während die übrigen Mollusken aus sauren Gewässern glatthäutig und direkt glänzend sind wie *Segmentina* und *Aplexa*. Das rauhe Periostrakum ist leichter verletzbar als das glatte, das schlechter benagt werden kann und mechanischen Einwirkungen weniger Angriffspunkte gibt. Außerdem sind nur die starken Radulae der großen Gastropoden imstande, das Periostrakum zu durchnagen.

Bei den großen Lamellibranchiern ist die Ursache der Korrosion vorwiegend mechanische Scheuerung beim Kriechen. In kalkreichen Seen sind daher am vorderen Teil der Schale Kalkkorrosionen, am hinteren Kalkniederschläge zu beobachten.

Schrifttum:

v. BRANDT: **57,** Ber. des Westpr. Bot. Zool. Ver. 1935.
GEYER: Naturw. Wegweiser, **6,** 1909.
GEYER: Abh. Senckenb. Nat. Ges. **37.**
ISRAEL: Biologie europ. Süßwassermuscheln.
LUNDBECK: Arch. Hydrobiol. Suppl. **7,** 1926.
MÜLLER: Naturw. Abt. Dtsch. Ges. Kunst und Wissensch. **23,** 1916.
NAUMANN: Arch. Hydrobiol. **13.**
SCHERMER: Biblioth. Aquarien-Terrarienkunde. H. 14/15, 1921.
SIMROTH & HOFFMANN: Bronn's Klass. Ord. Tierr. **3,** Weicht. Tunik. II. Abt. Gastropoda 2. Buch Pulmonaten, 1908—28.
WASMUND: Arch. Hydrobiol. **17,** 1936.
WESENBERG-LUND: Medd. Dansk geol. For. Nr. 7, 1901.
ZAUNICK, Nachr. D. Mal. Ges. **46,** 1914.

Erklärung zu Tafel 5

Fig. 1. *Coretus corneus* mit fehlendem Mittelstück, aufgeschnitten. In der Mitte das Septum. (Vergr. 2 mal)
Fig. 2. *Coretus corneus* mit napfartigen Korrosionen und fehlendem Mittelstück. (Vergr. 4 mal)
Fig. 3. *Stagnicola palustris* mit napfartigen Korrosionen und deformierter Gehäusespitze. (Vergr. 4 mal)
Fig. 4. *Viviparus fasciatus* (Aufsicht) mit starker Zerstörung der ältesten Gewinde. (Vergr. 2 mal).

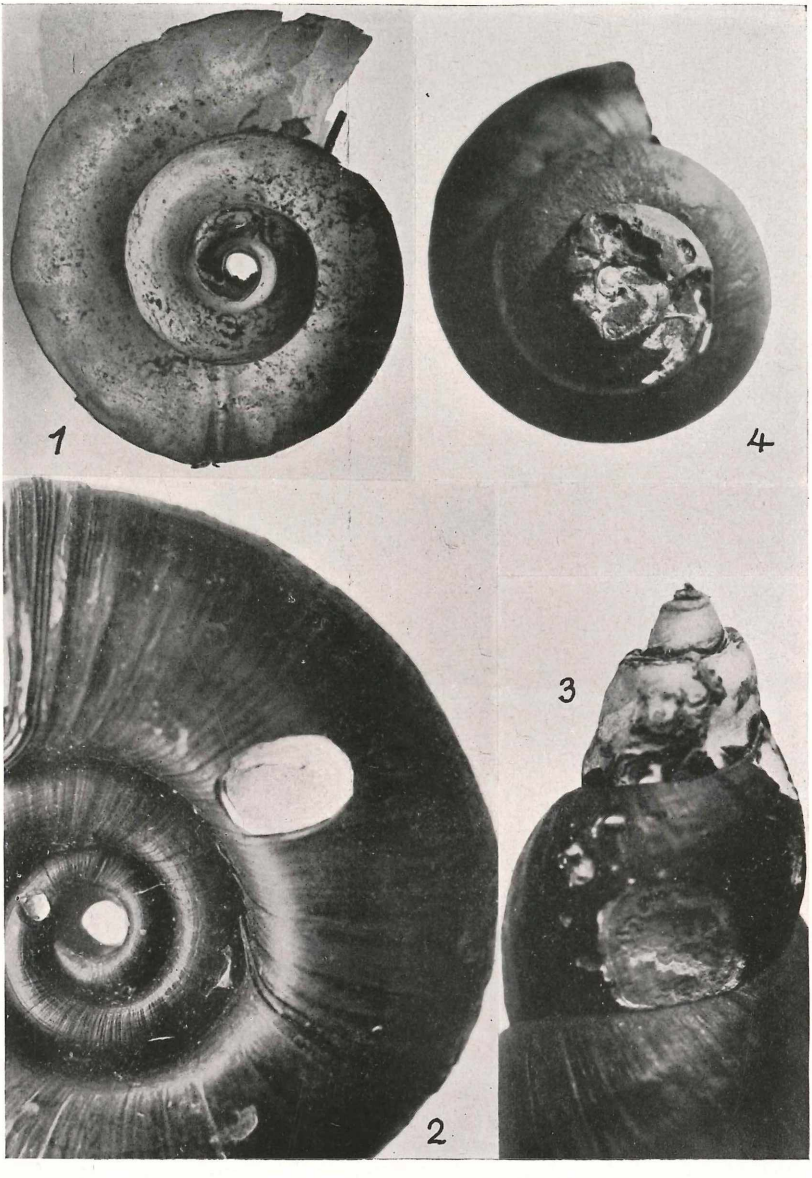
Kurze Bemerkungen, VII*)

Von F. Haas.

1. Beiträge zur Molluskenfauna der Schweiz.

Unter diesem Titel habe ich bereits (Arch. Molluskenk., **62,** S. 235—236; 1930) einige Angaben veröffentlicht, die ich hiermit vervollständigen möchte; auch diese Zusätze sind nicht als abgeschlossene Untersuchungen, sondern als Früchte gelegentlichen Sammelns aufzufassen.

*) Kurze Bemerkungen, VI, Arch. Molluskenk., **67,** S. 164; 1935.



A. von Brandt, Kohlensäureschäden an Mollusken in kleinen sauren Waldgewässern

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Archiv für Molluskenkunde

Jahr/Year: 1936

Band/Volume: 68

Autor(en)/Author(s): Brandt Andres von

Artikel/Article: Kohlensäureschäden an Mollusken in kleinen sauren Waldgewässern 120-127