

Biometrische Studien an *Isospora sylvianthina* (SCHWALBACH 1959)*

Von GERHARD SCHWALBACH **

Aus der Parasitologischen Abteilung des Zoologischen Institutes der Universität Bonn ***

(Z. Naturforschg. 17 b, 121—125 [1962]; eingegangen am 18. Mai 1961)

Die Oocystengröße von *Isospora sylvianthina* ist abhängig von Anzahl und Vitalität der produzierten Oocysten. Bei einer schwachen Infektion entstehen in der Mehrzahl große, bei einer starken mittelgroße und bei einer ausklingenden Infektion kleine Oocysten. Zu Beginn der Ausscheidungsperiode sind die Oocysten am größten. Die Oocysten-Größe ist phaenotypisch, die Oocysten-Form genotypisch. Die Längsachse der Oocysten ist im Darmepithel vermutlich parallel zur Epitheloberfläche ausgerichtet. Der von der Epitheloberfläche her einwirkende Druck auf die Oocysten ist wahrscheinlich größer als der durch die seitlichen Zellbegrenzungen her ausgeübte Widerstand.

Die aus dem endogenen Entwicklungszyklus der Coccidien resultierenden Oocysten stellen vor dem Beginn der exogenen Entwicklungsphase einen charakteristischen Zustand dar und sind durch eine gleiche Entwicklungsstufe gekennzeichnet. Da sie jedem sich mit der Untersuchung von Coccidien befassenden Beobachter am leichtesten von allen Entwicklungsstufen zugänglich sind, hat man sich bei systematischen Bestimmungen bisher in der Hauptsache an ihre Form und Größe als wichtigstes Bestimmungsmerkmal gehalten. Frühere Untersucher gaben dabei die Variationsbreite der jeweiligen Oocystenlängen und Oocystenbreiten an. Überschneidungen, abweichende Angaben und große Differenzen in Länge und Breite führten jedoch nicht zu einer eindeutigen Bestimmung der untersuchten Art. Später (HAASE¹) ging man dazu über, Längen- und Breitenmaße sowie Indexzahlen ($\frac{\text{Breite}}{\text{Länge}}$) in Form von Kurven aufzutragen. Aus diesen graphischen Darstellungen konnte man ersehen, ob eine oder mehrere Arten vorlagen. Das Dichtemittel, das heißt der Wert, der am häufigsten vorkommt (größte Häufigkeit der Längen- oder Breitenmaße) und die durchschnittliche Oocystengröße wurden zur Bestimmung herangezogen. Alle diese Methoden führen aber nur dann zu einem brauchbaren Ergebnis, wenn die Größen der Oocysten einer Art im Verlaufe der Ausscheidungsperiode nicht wesentlich differieren. REYER³ stellte indessen fest, daß die Größe der ausgeschiedenen Oocysten

von *Barrouxia schneideri* aus dem Darm von *Lithobius forficatus* mit sinkender Temperatur zunimmt. Bereits 1930 beobachtete BOUGHTON⁴, daß *Isospora lacazei* aus *Passer domesticus* gegen Ende der Infektion kleinere Oocysten entwickelt als zu Anfang. HENRY⁵ konnte auf Grund ihrer Untersuchungen dieses Ergebnis nicht bestätigen. Andererseits stellte in neuerer Zeit CHEISSIN⁶ fest, daß die Oocystengrößen von *Eimeria intestinalis* mit steigender Infektionsdosis kleiner, gegen Ende der Infektionsperiode aber größer werden. Diese sehr unterschiedlichen und sich widersprechenden Befunde bedurften einer Klärung, um so mehr, als die Frage nach der Größenveränderung von Oocysten während der Ausscheidungsperiode wegen ihrer systematischen Bedeutung auch für die Praxis von nicht unerheblichem Interesse sein dürfte.

Material und Methoden

Als Untersuchungsobjekt wählte ich *Isospora sylvianthina* SCHWALBACH⁷, ein Coccid aus der Kohlmeise (*Parus major*), das mir durch seine Größe und klaren Formen für eine biometrische Untersuchung am geeignetsten erschien. Da alle gefangenen Kohlmeisen von Natur aus infiziert waren, eine endgültige Aussage aber nur an Hand einer gezielten Infektion gemacht werden kann, mußte die Versuchsmeise zunächst so weit wie möglich coccidienfrei gemacht werden. Dies wurde nach einer mehrmonatigen Eingewöhnung des Vogels dadurch erreicht, daß Käfig, Käfigunterlage, Futter, Wasser und Sand täglich sterilisiert wurden. Nachdem die unter Berücksichtigung des Ausscheidungsrythmus

* Mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

** Neue Anschrift: Institut für Biophysik und Elektronenmikroskopie an der Medizinischen Akademie Düsseldorf.

*** Dem Leiter der Parasitologischen Abteilung, Herrn Prof. Dr. Dr. R. LEHMENSICK, danke ich für die freundliche Überlassung eines Arbeitsplatzes.

¹ A. HAASE, Arch. Protistenkunde **92**, 329 [1939].

² P. B. HADLEY, Arch. Protistenkunde **23**, 7 [1911].

³ W. REYER, Arch. Protistenkunde **88**, 431 [1936].

⁴ D. C. BOUGHTON, Amer. J. Hyg. **11**, 212 [1930].

⁵ D. P. HENRY, Univ. Calif. Publ. Zool. **37**, 291 [1932].

⁶ E. CHEISSIN, Vestn. Leningrad, Univ. No. 9, Ser. Biol. H. 2, 43 [1957].

⁷ G. SCHWALBACH, Arch. Protistenkunde **104**, 431 [1959].

(SCHWALBACH⁸) täglich untersuchten Faeces nahezu oocystenfrei waren (vollständig coccidienfrei erhält man einen bereits infizierten Vogel kaum, da er sich durch das kontaminierte Kloakengefieder beim Putzen ständig autoinfiziert), wurde die Kohlmeise nur mit einer geringen Menge sporulierter *Isospora sylvianthina*-Oocysten infiziert, um eine relativ geringe Ausscheidungsdauer mit deutlicher hervortretenden Schwankungen in der Ausscheidungshöhe zu erhalten. Es wurde täglich während des zunächst zu ermittelnden Ausscheidungsmaximums, das sich nach Anwendung einer konstanten Hell-Dunkel-Haltung des Wirtes gleichfalls konstant einstellt (SCHWALBACH⁹), vier hintereinander abgegebene Faeces auf ihren quantitativen Oocystengehalt hin untersucht. Dabei ist darauf zu achten, daß der Versuchsvogel täglich — nicht zu lange Zeit vor dem Untersuchungstermin — gleiche Mengen eines gleichen Futters erhält, damit man konstante Kotabgaben erzielt. Die Auszählung der Oocysten pro mm³ Kot erfolgte nach der in meiner ersten Mitteilung⁹ angegebenen Methode. Die Maße von jeweils 500 Oocysten (bei sehr schwacher Ausscheidung 250 Oocysten) wurden ebenfalls kurze Zeit nach der Ausscheidung ermittelt. Die Ergebnisse wurden graphisch dargestellt.

Ergebnisse

Die untere Kurve der Abb. 1 gibt die täglich ausgeschiedene Oocystenmenge/mm³ zur Zeit des Ausscheidungsmaximums wieder, und zwar vom 1. Tag der Ausscheidung nach der Präpatenzperiode bis zum 24. Tag. Sie zeigt vom 2. bis 6. Tag und am 19. Tag eine stärkere Oocysten-Ausscheidung, an den übrigen Tagen eine zahlenmäßig schwache bzw. sehr schwache Isoporen-Abgabe. Über der Ausscheidungskurve sind zum Vergleich die größten Häufigkeiten sowohl der Oocystenlänge als auch der Oocystenbreite täglich aufgetragen. Die Kurve zeigt, daß am 1. Ausscheidungstag bei einer geringen Ausscheidung die größte Häufigkeit der Oocystengröße bei 30·25,5 µ liegt. Am 2. Ausscheidungstage sinkt die größte Häufigkeit der Oocystengröße mit dem Anstieg der ausgeschiedenen Oocystenmengen bis auf 28,5·24 µ ab. Bei der nach dem 7. Tag erfolgenden zahlenmäßig schwachen Oocystenabgabe müßte nun die Oocystengröße wieder ansteigen. Dies ist aber nicht der Fall. Die Oocysten werden abermals kleiner bis zu einer Größe von 27·22,5 µ. Dieser sich im ersten Augenblick widersprechende Befund findet seine Erklärung, wenn man die Qualität, d. h. die Lebensfähigkeit der bis dahin ausgeschiedenen Oocysten untersucht: also ihr Vermö-

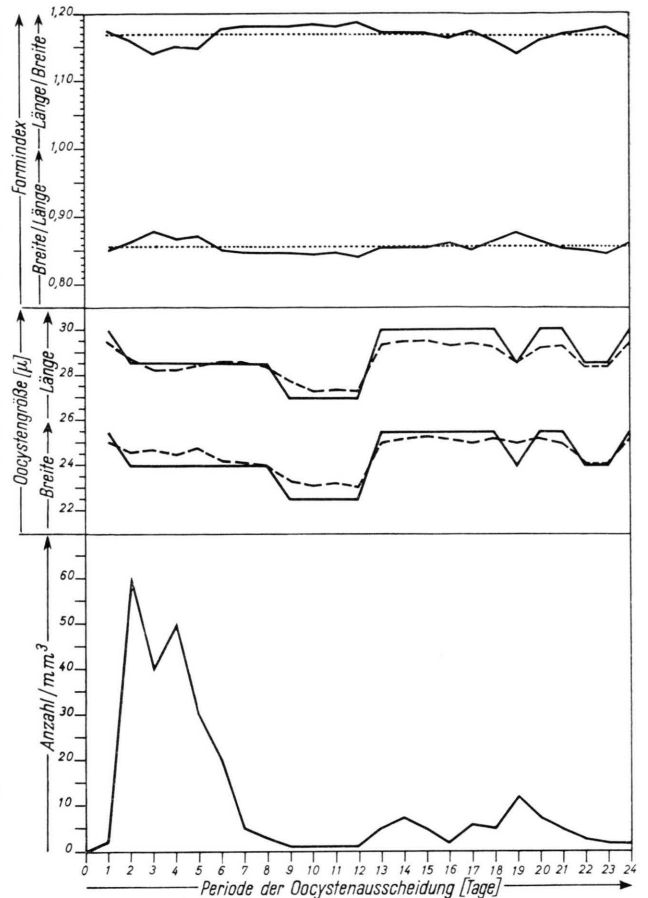


Abb. 1. Größte Häufigkeiten und Mittelwerte der Längen- und Breitenmaße sowie die Formindizes der Oocysten in Abhängigkeit von der Anzahl der täglich produzierten Oocystenmengen. Täglicher Mittelwert der Oocystenlänge bzw. Oocystenbreite = gestrichelte Linie, Norm-Index = punktierte Linie.

gen, die anschließende exogene Entwicklungsphase zu beginnen und evtl. zu vollenden. Die bis zum 7. Tage erzeugten Oocysten sind zu einem hohen Prozentsatz lebensfähig. Nach dem 7. Tage sinkt die Qualität der Oocysten schlagartig ab, der größte Teil hat kein Sporulationsvermögen mehr, ja es kommt nicht einmal mehr zur Abkuglung der Zygote (SCHWALBACH⁸). Wie schon aus dem absinkenden Verlaufe der Ausscheidungskurve hervorgeht, handelt es sich hier offensichtlich um ein Abklingen der Infektion. Die zuletzt produzierten Oocysten sind nicht mehr normal entwicklungsfähig, ihre Größe nimmt ab. Vom 12. Tage an steigt die Anzahl der ausgeschiedenen Oocysten wieder an; sie bleibt in-

⁸ G. SCHWALBACH, Zbl. Bakteriologie, Parasitenkunde, Infektionskrankh. Hyg., I. Abt., Orig. **181**, 264 [1961].

⁹ G. SCHWALBACH, Zbl. Bakteriologie, Parasitenkunde, Infektionskrankh. Hyg., I. Abt., Orig. **178**, 263 [1960].

dessen immer noch im Rahmen einer schwachen Infektion. Die Längen- und Breitenmaße der größten Häufigkeit werden sprunghaft größer und erreichen den vom 1. Tage her geforderten Wert von $30 \cdot 25,5 \mu$. Obwohl die abgegebenen Oocystenmengen in den folgenden Tagen schwanken, bleibt die Größe von $30 \cdot 25,5 \mu$ erhalten, denn die Anzahl der produzierten Oocysten fällt noch innerhalb des Bereichs einer schwachen Infektion. Am 19. Tage wird die Oocystenabgabe etwas stärker, die größte Häufigkeit sinkt plötzlich auf $28,5 \cdot 24 \mu$ ab, um am 20. und 21. Tag mit abnehmender Oocystenanzahl wieder auf $30 \cdot 25,5 \mu$ anzusteigen. Am 22. und 23. Tage beobachtet man das gleiche Phänomen wie am 9. bis 12. Tag: die Infektion klingt aus, die Oocysten sind nicht mehr normal entwicklungsfähig, die Makrogamonten bzw. Makrogameten bleiben kleiner. Ein weiteres Absinken der Oocystengröße auf $27 \cdot 22,5 \mu$ wird überdeckt durch den Beginn der Oocystenabgabe nach einer erneuten Infektion, die bereits durch den Anstieg der größten Häufigkeit auf $30 \cdot 25,5 \mu$ ihren Ausdruck findet, obwohl sie sich zahlenmäßig noch nicht bemerkbar macht (vgl. die Oocystenausscheidung und das Maß der größten Häufigkeit am 1. und 13. Tag).

Somit zeigen die bisherigen Kurvenverläufe, daß bei schwacher Oocystenproduktion die normalen Oocysten größer sind als bei einer starken; bei ausklingender, obwohl auch schwacher Oocystenproduktion sind die nicht mehr normal lebensfähigen Oocysten am kleinsten.

Diskussion

Aus den bisher durch biometrische Untersuchungen ermittelten Ergebnissen kann man nunmehr einige Folgerungen hinsichtlich der Lage der Oocysten im Darmepithel und der Ursache ihrer Form- und Größenverhältnisse ziehen.

Die größte Häufigkeit (das Dichtemittel) ist bei unsteten Kollektiven (in diesem Falle die gemessenen Oocystenlängen und Oocystenbreiten) meist nicht identisch mit dem Mittelwert, d. h. dem arithmetischen Mittel. Dieses würde die errechnete Durchschnittsgröße der Oocysten angeben.

Den Mittelwert (M) kann man nach der Formel $M = (\sum p \cdot V) / n$ bestimmen, wobei V die jeweilige Maßzahl (Variante), p die Häufigkeit ihres Auftretens und n die Anzahl der gemessenen Oocysten bedeutet (vgl. HAASE¹).

Ich habe nun die Kurve, die sich aus dem täglichen Mittelwert der Oocystenlänge und Oocystenbreite ergibt, gleichfalls in die Abb. 1 eingezeichnet (gestrichelte Linie). Man erkennt, daß bei schwacher Infektion die Mittelwerte für Längen- und Breitenmaße unterhalb der Kurve der größten Häufigkeit liegen, bei ausklingender Infektion aber oberhalb, und daß bei starker Infektion der Längemittelwert in der Nähe des entsprechenden Dichtemittels, der Breitenmittelwert etwas über dem entsprechenden Dichtemittel zu liegen kommt. Mit anderen Worten: Der errechnete Mittelwert weist eine bestimmte Tendenz auf; bei den kleinen Oocysten strebt er zu größeren Formen, bei den großen Oocysten zu kleineren. Es besteht also die Tendenz nach einer bestimmten Norm-Größe.

Da die Oocystenmaße der größten Häufigkeit von der Stärke der Infektion und somit von der Oocystendichte abhängig sind, muß die jeweilige Oocystengröße von Außenfaktoren beeinflussbar, also „phaenotypisch“ sein.

Die Entwicklungsstadien der Coccidien sitzen im allgemeinen, besonders aber bei starken Infektionen, nesterartig in dem befallenen Gewebe — in diesem Falle dem Darmepithel — beisammen. Der die Größe der Makrogamonten bzw. Makrogameten begrenzende Faktor ist daher vermutlich die mechanische Wachstumsbehinderung der dichtgelagerten Elemente (evtl. in Verbindung mit durch erhöhte Dichte erniedrigter Nahrungszufuhr pro Entwicklungsstadium des Parasiten), die sich gegenseitig beim Größerwerden behindern. Die Oocysten bei schwacher Infektion hingegen können sich gewissermaßen „frei“ entwickeln und müßten somit unbeeinflusst den Genotypus verwirklichen. Da die oben erwähnte angestrebte Norm-Größe aber kleiner ist, kann es sich bei ihr nicht um die vom Genotypus her bestimmte Größe handeln. Sie muß also ihr Vorhandensein einem äußeren Faktor verdanken, der — da die Norm-Größe unabhängig von der Infektionsstärke angestrebt wird — in einem relativ konstanten Medium zu suchen ist. Als solches kommt in erster Linie in dem beschriebenen Falle das Darmepithel selbst in Frage. Es scheint nur innerhalb gewisser Grenzen Variationsmöglichkeiten der Oocystengrößen zuzulassen. Da viele Autoren bei der Beschreibung und Bestimmung von Coccidien außer der Oocystengröße auch die Oocystenform benutzt haben, soll im folgenden untersucht werden, ob und wann eine Form-Veränderung

der Oocysten während der Ausscheidungsperiode stattfindet.

Grundsätzlich ist die Form der Oocysten meist kugelig oder ellipsoid, d. h. die Oocysten sind im Längsschnitt entweder rund oder oval bis elliptisch. Die Form wird demnach charakterisiert durch das Verhältnis der Länge zur Breite oder umgekehrt. Bei kugeligen Oocysten mit gleicher Breite und Länge ist diese Verhältniszahl (Index) = 1, bei ovoiden oder ellipsoiden Oocysten aber >1 beziehungsweise <1 . Eine Veränderung der Indexzahl würde infolgedessen auf eine Veränderung der Oocystenform schließen lassen. In dem oberen Teil der Abb. 1 habe ich nun zum Vergleich mit dem täglichen Oocystenausstoß das tägliche Länge:Breite-Verhältnis und das tägliche Breite:Länge-Verhältnis in Form einer Kurve aufgetragen. Der größeren Genauigkeit halber wurde der jeweilige Mittelwert (Durchschnittsgröße) verwandt. Um nun die spezifische Abweichung der Indexzahlen deutlich zu machen, mußte außerdem noch der Norm-Index ermittelt werden, d. h. der von den Oocysten angestrebte Index, um den herum sich die anderen Indexzahlen gruppieren. Eine Ableitung des Norm-Index (oder auch Grund-Index) von den Maßen der größten Häufigkeit oder seine Errechnung als Indexmittelwert (Durchschnittsindex) ist wenig sinnvoll, da er sich dann bei jeder zeitlichen Verschiebung der Infektionsstärke (z. B. längere Ausscheidung kleiner Oocysten und kürzere Ausscheidung großer Oocysten) gleichfalls verschieben würde. Ich habe daher den Index genommen, der sich als Durchschnittswert aus den Mittelwerten der drei auftretenden Größen ergibt. Dieser von allen Größen angestrebte Formindex beträgt für das Verhältnis der Länge zur Breite 1,167 bzw. für das Verhältnis der Breite zur Länge 0,856. Beide Werte wurden in die Abb. 1 eingezeichnet (punktierter Linie).

Ich betrachte im folgenden nur noch den Index $\frac{\text{Länge}}{\text{Breite}}$, da sich der Index $\frac{\text{Breite}}{\text{Länge}}$ spiegelbildlich verhält und das gleiche aussagt. Man erkennt an Hand der graphischen Darstellung, daß der Index $\frac{\text{Länge}}{\text{Breite}}$ bei starker Infektion und kleinen Oocysten kleiner, bei ausklingender Infektion und kleinsten Oocysten größer und bei schwacher Infektion und großen Oocysten etwa gleich dem Norm-Index ist. In einem Kreuzschema wurden die daraus resultierenden Forderungen zusammengestellt:

	$B_x > B$	$B_x = B$	$B_x < B$
$L_x > L$	$< N \leftrightarrow > N$	$> N$	$> N$
$L_x = L$	$< N$	$= N$	$> N$
$L_x < L$	$< N$	$< N$	$< N \leftrightarrow > N$

L = Mittelwert der angestrebten Längen; B = Mittelwert der angestrebten Breiten; L_x = Mittelwert der reellen, gemessenen Längen; B_x = Mittelwert der reellen, gemessenen Breiten; $\frac{L}{B} = N$; N = Normindex; $\frac{L_x}{B_x} = < N \leftrightarrow > N$.

Ist das Verhältnis der gemessenen Oocystenlängen zu den gemessenen Oocystenbreiten $\left(\frac{L_x}{B_x}\right) < N$, wie es bei starker Infektion vorliegt, dann muß $L_x = L$ und $B_x > B$, oder $L_x < L$ und $B_x > B$, oder $L_x < L$ und $B_x = B$ sein. Mit anderen Worten: Bei starker Infektion und starker Oocystenausscheidung wird die Länge der Oocysten im Verhältnis zur Breite kleiner. Ist das Verhältnis $\frac{L_x}{B_x} = N$, wie es bei schwacher Infektion vorliegt, dann muß $L_x = L$ und $B_x = B$ sein, d. h. Länge und Breite stehen bei schwacher Infektion und schwacher Oocystenausscheidung in dem angestrebten Verhältnis zueinander. Ist das Verhältnis $\frac{L_x}{B_x} > N$, wie es bei ausklingender Infektion vorliegt, dann muß $L_x > L$ und $B_x = B$, oder $L_x > L$ und $B_x < B$, oder $L_x = L$ und $B_x < B$ sein. Im Falle der ausklingenden Infektion wird also die Oocystenlänge im Verhältnis zur Oocystenbreite größer.

Wir hatten oben festgestellt, daß die endgültige Oocystengröße phaenotypisch ist, und daß die bei schwacher Infektion vereinzelter sitzenden Stadien sich vermutlich nicht behindern und somit größer werden. Sie müßten also ungehindert die ihnen eigentümliche Form entwickeln können. Dies ist in der Tat der Fall, denn das Verhältnis ihrer Länge zur Breite deckt sich weitgehendst mit dem von allen Oocysten angestrebten Norm-Index. Wenn aber der Norm-Index nur bei freiem Gamonten- bzw. Gametenwachstum erreicht wird, muß — im Gegensatz zur Oocystengröße — in der allgemeinen Oocystenform der Genotyp verwirklicht werden.

Es wurde bereits weiterhin angenommen, daß der die Oocystengröße begrenzende Faktor in erster Linie in der erhöhten Dichte der entsprechenden Stadien im Darmepithel zu suchen ist. Die heranwachsenden Makrogamonten bzw. Makrogameten behindern sich vermutlich gegenseitig. Wenn aber dabei ihre Länge im Verhältnis zur Breite kleiner wird, müssen sich diese Stadien gegenseitig in ihrem

Längenwachstum behindern. Da sie im Darmepithel nebeneinander liegen, müßte ihre Längsachse parallel zur Epitheloberfläche verlaufen: Die Oocysten „stehen“ nicht im Darmepithel, sondern sie „liegen“.

Die Makrogamonten bzw. Makrogameten wachsen indessen aufrecht stehend in den Darmepithelzellen heran, wie man an Hand eines histologischen Präparates erkennen kann. Wenn die das Normalvolumen einer Epithelzelle bei weitem übersteigende herangewachsenen Stadien ihre Längsachse parallel zur Epitheloberfläche ausrichten, könnte man als Ursache dafür annehmen, daß der von der Epitheloberfläche her wirkende Druck größer ist als der durch die seitlichen Zellbegrenzungen her ausgeübte Widerstand. Der von außen her einwirkende Druck wäre dann sogar größer als der von ihnen ihr Längenwachstum beeinflussenden Nachbaroocysten ausgeübte Widerstand. Höchstwahrscheinlich werden daher auch die Oocysten bei schwacher Infektion quer, d. h. parallel zur Epitheloberfläche liegen.

Die bei ausklingender Infektion noch vereinzelt entstehenden Oocysten sind — wie bereits geschildert wurde — nicht sehr lebensfähig. Sie sind weitgehend degeneriert und könnten, da ihre Länge im Verhältnis zur Breite größer wird, nicht mehr wie die bei schwacher Infektion entstehenden Oocysten die Fähigkeit besitzen, den von außen einwirkenden Druck zu überwinden und ihren Genotypus der Form gleichermaßen ideal zu verwirklichen.

Schlußbemerkung

Wenn auch die in dieser Arbeit erzielten Ergebnisse in erster Linie aus Untersuchungen an *Iso-spora sylvianthina* gewonnen wurden, kann man doch auf Grund der Beobachtungen älterer Autoren *allgemein* sagen, daß die Größe der Oocysten von dem jeweiligen Infektionsverlauf abhängig ist. Diese Aussage gilt insbesondere für die Eimerideen, da vor allem viele ihrer Vertreter in Darmepithelien heranwachsen. Die Ursache der sich z. T. widersprechenden Ergebnisse einleitend erwähnter Forscher mag in Mischinfektionen oder aber unbeabsichtigten und unberücksichtigten Re- und Superinfektionen zu suchen sein. Für die systematische Erforschung schwierig zu bestimmender Coccidienarten und für die Praxis ergibt sich eindeutig, daß die Form der Oocysten zwar artspezifisch, bei dem Fehlen eines charakteristischen Merkmales in der Oocystenmembran aber die Einordnung allein an Hand von Größenmessungen problematisch ist. Es sei denn, man vermißt die täglich erzeugten Oocysten während mehrerer in der Stärke unterschiedlichen Ausscheidungsperioden. Allerdings wird auch diese umständliche und aus zeitlichen Gründen fast undurchführbare Methode zu keinem befriedigenden Ergebnis führen, wenn es sich um ein in mehreren Wirtsarten parasitierendes Coccid handelt; denn die den Phaenotypus der Oocystengröße bestimmenden Faktoren jeder Wirtsart bleiben dabei unberücksichtigt.

NOTIZEN

Zur Kenntnis der Thiotrithiazyl-Verbindungen II ¹

VON MARGOT BECKE-GOEHRING UND HANS PETER LATSCHA

Anorganisch-chemisches Institut der Universität Heidelberg
(Z. Naturforschg. **17 b**, 125—126 [1962]; eingegangen am 2. Oktober 1961)

Zu den stabilsten Verbindungen zwischen Schwefel und Stickstoff gehören die Thiotrithiazyl-Verbindungen, denen die allgemeine Zusammensetzung S_4N_3X (X = anionischer Rest) zukommt. Die Konstitution dieser Verbindungen ist noch unbekannt.

Wir untersuchten erneut die Eigenschaften des leicht zugänglichen ² S_4N_3Cl . Da sich S_4N_3Cl gut in wasserfreier Ameisensäure löst, konnten kryoskopische Messungen durchgeführt werden. Die kryoskopische Untersuchung zeigte, daß die Substanz in Lösung in zwei Teile dissoziiert, und die elektrische Leitfähigkeit der Lösungen bei 25° ergab unter Berücksichtigung der Ostwald-Walden'schen Regel Dissoziation in zwei einwertige Ionen. Damit ist bewiesen, daß es sich bei Thiotrithiazylchlorid um ein Salz $[S_4N_3]Cl$ handelt; das Kation $[S_4N_3]^+$ liegt in Lösungen monomer vor.

Aus konzentrierten Lösungen von $[S_4N_3]Cl$ in Ameisensäure konnten andere Thiotrithiazyl-Verbindungen

¹ 1. Mitt.: M. GOEHRING u. D. SCHUSTER, Z. anorg. allg. Chem. **271**, 281 [1953].

² Vgl. E. DEMARCAY, C. R. hebd. Séances Acad. Sci. **91**, 854 [1880]; W. MUTHMANN u. F. SEITER, Ber. dtsch. chem. Ges.

30, 627 [1897]; H. WÖBLING, Z. anorg. allg. Chem. **57**, 284 [1903]; A. MEUWSEN, Ber. dtsch. chem. Ges. **65**, 1724 [1932]; A. MEUWSEN u. O. JAKOB, Z. anorg. allg. Chem. **263**, 200 [1950].