

Zool. Laboratorium der Universität Utrecht und Biologisches Forschungsinstitut  
Tihany (Ungarn).

## Über Veränderung von Volum und Oberfläche beim Wachstum, der Teilung und Encystierung eines Protisten (*Ceratium hirundinella*).

Von

Dr. Géza Entz.

(Hierzu 6 Textfiguren und 1 Kurve.)

---

Um über Maße und Verhältnisse des Volumens, der Oberfläche und deren Veränderungen bei den verschiedenen Lebenserscheinungen (Wachstum, Teilung, Encystierung) ein Bild zu bekommen, mußte zuerst eine Form in ihrer Größe, Masse und ihren Verhältnissen bestimmt werden, welche eine ziemliche Konstanz in der sehr großen Verschiedenheit zwischen den Individuen einer *Ceratium*-Population aufweist. Dies läßt sich von der Cyste behaupten (vgl. ENTZ, 1925, S. 138—179)<sup>1)</sup>.

Doch ist das Volum, sowie die Größe der Oberfläche und die der verschiedenen Bestandteile, wie Zellkern, Pusule, wegen der

---

<sup>1)</sup> Als Material dienten mir Cysten, welche ich am 6. Sept. 1909 (Tata [Totis] in Ungarn) mit Dinosporen zusammen in großer Menge gesammelt hatte. Von diesen typischen *Ceratium hirundinella* hatte ich sowohl die Dinospore als die Cyste eingehend studiert und die diesbezüglichen Beobachtungen in den Publikationen 1925, 1927, 1931 mitgeteilt. Die Angaben, welche sich auf die betreffenden Stadien, resp. deren Bestandteile beziehen, habe ich teilweise aus diesen Mitteilungen entnommen. Die mühsamen Volumbestimmungen und -berechnungen hatten FrL. FRANS HOEK und Herr L. H. BRETSCHNEIDER sowie Dr. A. WOLSKY und FrL. O. SEBESTYÉN unternommen, wofür ich ihnen auch an dieser Stelle herzlichen Dank ausspreche. Für den Guß der Modelle bin ich auch Herrn L. H. BRETSCHNEIDER zum Danke verpflichtet, für die Abbildungen FrL. O. SEBESTYÉN.

unregelmäßigen Form von *Ceratium hirundinella* nicht leicht zu berechnen. Leichter ist es diese mit physikalischen Methoden zu bestimmen. Ich wählte auch diesen Weg. Ich hatte mir mit der Plattenmodelliermethode aus Schnitten (bei 1000facher linearer Vergrößerung) Modelle aus Paraffin gefertigt, und zwar das Modell der Cyste und der ausgewachsenen Dinospore, d. h. jener Form, welche eben vor der Plasmateilung steht. Von diesen Modellen machte dann Herr L. H. BRETSCHNEIDER Negative und von diesen Abgüsse in Paraffin. Die Abgüsse mußten dann fein gefeilt werden. Bei der Volumbestimmung mit dem Pyknometer, hatte es sich erwiesen, daß in den so hergestellten Modellen große Abweichungen vorhanden sind, so daß die gewünschte Genauigkeit mit dieser Methode nicht erreicht werden konnte. Deswegen hatte ich vom Modell, welches die maximale Größe darstellt, den aufeinander folgenden Zuwachs der Wachstumsstadien durch sorgfältiges Abschneiden entsprechender Stückchen, die im Wachstum befindlichen einzelnen Formen sozusagen zurückmodelliert. So konnte zuerst das Volum der sich eben teilenden Form (Fig. 1 d), dann das der ganz ausgewachsenen Form (Fig. 1, 4, 4'), wie sie nach der Teilung sich darstellt und in der Population gegen mittags 12 Uhr in großen Zahlen sich auffinden läßt, bestimmt werden. Dann wurde wieder abgeschnitten und so die aufeinander folgenden Teilungsstadien langsam alle erreicht. Das ursprüngliche Modell wurde vernichtet, aber ein jedes Stadium wurde pyknometrisch abgemessen und auch photographiert (Fig. 1 d, e, 1—4). Von dem ursprünglichen Modell blieb nur der apicale, resp. antapicale Teil übrig. Das Volum der verschiedenen Wachstumsstadien konnte auf diese Weise an einem und demselben Modell — sozusagen also an einem Individuum — bestimmt werden.

Da bei der Teilung das Auswachsen der zwei Abkömmlinge verschieden abläuft, je nachdem, ob die apicale oder antapicale Hälfte sich regeneriert, mußten an zwei Modellen diese Abschneidungen unternommen werden. Zur Herstellung der einzelnen Teilungsstadien durch Abfeilung dienten als Vorlagen nach dem Leben entworfene Skizzen (Fig. 2).

Es erwies sich auch notwendig das Volum des Kernes, der Pusule zu bestimmen. Diese hatte ich mit derselben Methode und derselben Vergrößerung modelliert und ihr Volum auch pyknometrisch bestimmt. Die Volumbestimmung geschah auf folgende Weise: An einer gewöhnlichen Tarabalancewaage wurde die eine Schale ganz kurz aufgehängt und sorgfältig ausbalanciert. An der Unterseite

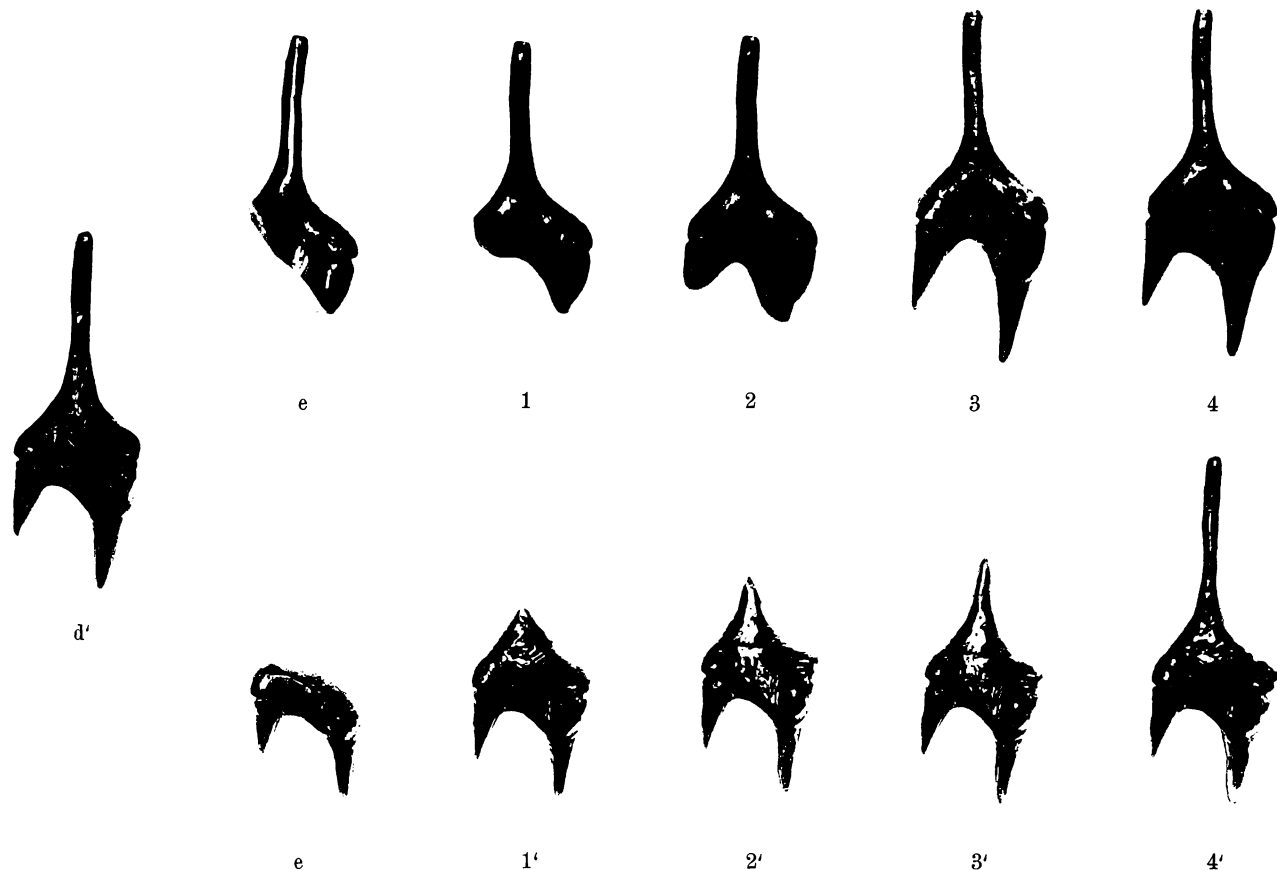


Fig. 1. Photographien der Modelle wie sie bei der Verfertigung der einzelnen Teilungsstadien der Regeneration des apicalen Teiles (d, 4, 3, 2, 1, e) und der Regeneration des apicalen Teiles (d, 4', 3', 2', 1', e') sich ergaben. Das Modell wurde linear ungefähr um  $\frac{1}{3}$  verkleinert.

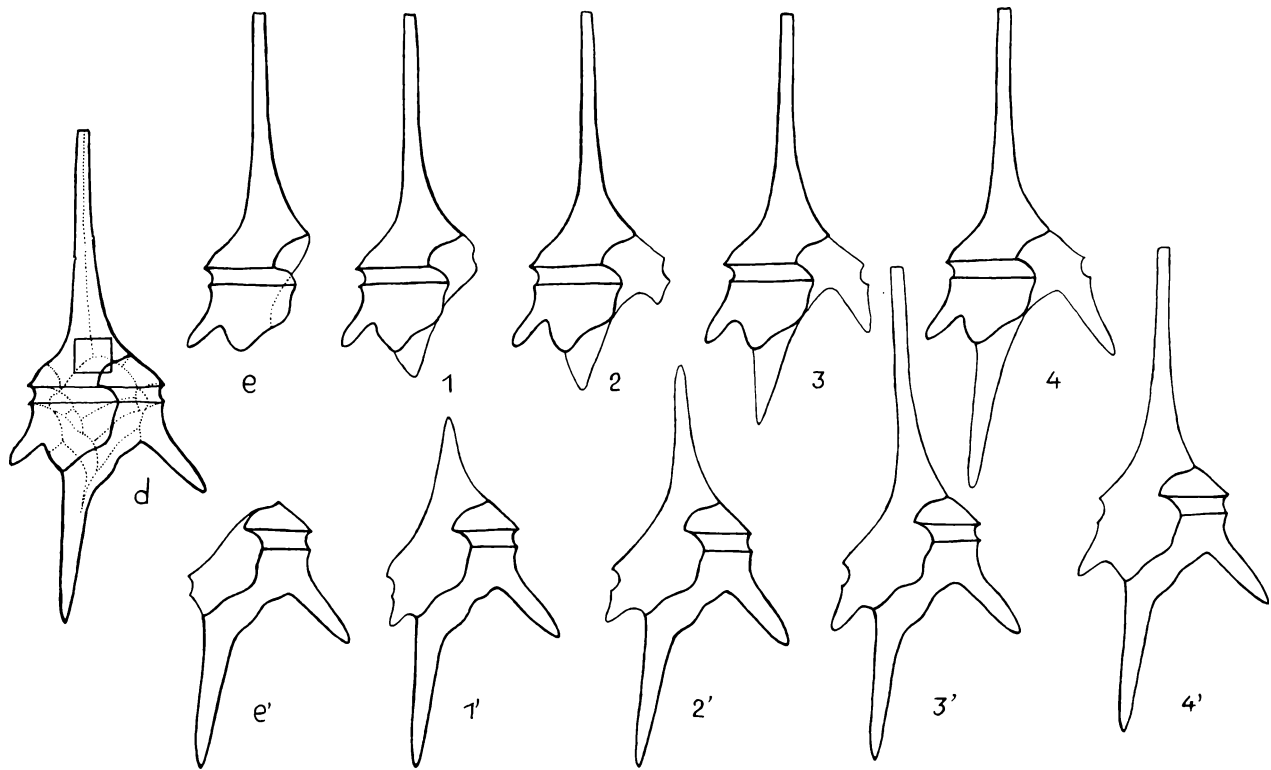


Fig. 2. Plasmateilungs- und Regenerationsstadien von *Ceratium hirundinella* d, e, 1—4 des apicalen Teiles und d, e', 1'—4' des antapicalen Teiles. In Fig. d ist der Teil des Panzers mit Linien umrandet dessen Kassetten in Fig. 6 dargestellt sind.

dieser Schale wurde das Modell befestigt und zuerst an der Luft gewogen. Dann wurde ein mit dest. Wasser gefüllter Becher unter die Schale gestellt, und zwar so, daß das Modell sich in das Wasser versenken konnte, die Schale selbst aber nicht. Da das Modell aus Paraffin bestand, mußte es so beschwert werden, daß es im Wasser versank. Das Gewicht des zur Beschwerung benutzten Objektes wurde ebenfalls bestimmt und vom Gesamtgewicht abgezogen. So bekam ich zwei Angaben über das Gewicht des Modells, nämlich das Gewicht des Modells an der Luft, sowie dasselbe unter Wasser. Die Differenz welche das Gewicht des Modells an der Luft, sowie unter Wasser aufweist, gab direkt an, wieviel Wasser das Modell verdrängt hat. Die Kubikzentimeter entsprechen Grammen, jedoch mußte eine Korrektur, Reduktion der Temperatur in Betracht gezogen werden. Die Dichtigkeitsverhältnisse der Luft konnten selbstverständlich bei diesen Messungen ganz vernachlässigt werden.



Fig. 3. Photographie des Modelles der Dinospore zur Oberflächenberechnung mit Papierquadraten von 1 cm Seitenlänge bedeckt.

Um die Oberfläche bestimmen zu können, wurden auf die Modelle kleine Quadrate aus biegsamen Papier von 1 cm<sup>2</sup> Größe geklebt (Fig. 3, 4). Dabei blieben natürlich kleine Flächen unbedeckt, um diese zu bedecken teilte ich das Quadratzenimeter der Diagonale nach in zwei gleiche Hälften und fügte die Dreiecke ein, wo auch hier noch Lücken zurückblieben wurden sie mit kleinen rechtwinkligen Dreiecken — die durch aufeinanderfolgende Halbierung der großen Dreiecke gewonnen werden konnten — ausgefüllt.



Fig. 4. Photographie des Modelles der Cyste zur Oberflächenberechnung mit Papierquadraten von 1 cm Seitenlänge bedeckt.

Da aber die Oberfläche des Panzers der Dinospore nur eine kurze Zeitlang glatt ist und bald durch die sog. Retikulation uneben gemacht wird (vgl. ENTZ, 1927, S. 357 u. 402—403), muß dies auch sowohl für die Beurteilung der Oberfläche, wie auch des Volums in

Betracht gezogen werden, da durch die Retikulation der Panzer dicker und schwerer wird. Wenn wir aber die Oberfläche des glatten Panzers kennen und auch wissen wie hoch die Retikulation und wie dicht sie verteilt ist, können wir ihren Einfluß berechnen. Ich habe in einer meiner Arbeiten (1927, S. 357) hervorgehoben, daß die Retikulation in Form von Leisten die sog. Tüpfelporen in Polygonen und zwar Sechsecken umgibt. Durch diese sechseckige Begrenzung werden aber immer zwei kleine Räume sog. Panzerkassetten voneinander geschieden, demzufolge muß um den wirklichen Wert dieser Kassettenwändchen erhalten zu können, die Summe sämtlicher Kassetten durch zwei dividiert werden. Die Dicke des Kassettengrundes muß in diese Berechnung nicht hineingezogen werden, da die Fläche des ganzen Panzers bei der Oberflächenberechnung schon berücksichtigt wurde. Nach diesen Angaben über die bei der Berechnung angewendete Methode kann auf die Mitteilung der Befunde übergegangen werden (Fig. 5, 6).

Die gewonnenen Angaben sind:

Die ganze Oberfläche des Panzers, der vor der Teilung stehenden Dinosporenform ist am Modell  $61 \text{ cm}^2$ ,  $6100 \mu^2$  am Organismus.

Die Dicke des Panzers ist maximal  $0,5 \mu$ , also ist das Volum des glatten Panzers  $6100 \times 0,5 = 3050 \mu^3$ .

Die Zahl der Poren konnte in einem Falle (vgl. ENTZ, 1927, S. 368) als 1262 berechnet werden. Die Maße (Länge, Dicke) der Kassetten sind von  $1 \text{ cm}^2$  einer Figur (ENTZ, 1927, Fig. 60) entnommen, in Mittelwerten auf die Maße des Organismus überrechnet:

die Länge einer Kassettenseite ist	$1,45 \mu$
die Dicke „ „ „	$0,53 \mu$
die Höhe <sup>1)</sup> „ „	$1,00 \mu$
die Anzahl der Poren	1262.

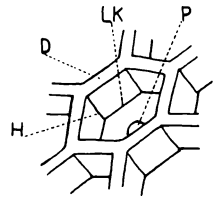


Fig. 5. Panzerkassette in kolossaler Vergrößerung. P = Porus, D = Dicke, H = Höhe, LK = Länge der Kassettenseite. Frei Hand.

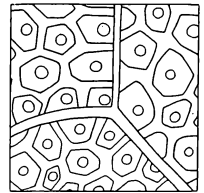


Fig. 6. Jener Teil des Panzers, dessen Kassetten bei der Berechnung in Betracht gezogen wurden (vgl. mit Fig. 2, d), in  $1213 \times$  Vergrößerung. Zeichenapparat.

<sup>1)</sup> Mittelwert mehrerer Messungen.

Das Volum der Kassettenwände beträgt also am ganzen Organismus  $\frac{(1,45 \times 0,53 \times 1)}{2} \cdot 1262 = 2910 \mu^3$ , welche Angabe einer 95 proz.

Volumzunahme des ursprünglichen Panzervolums ( $3050 \mu^3$ ) entspricht, bei einer Kassettenhöhe von  $2 \mu$  macht der Volumzuwachs  $5820 \mu^3$  aus, welche Angabe einer 190 proz. Volumzunahme entspricht.

Die Oberflächenvergrößerung ist bei  $1 \mu$  Höhe der Kassettenwände  $\frac{[(1,45 \times 1) \times 2] \cdot 6}{2} \cdot 1262 = 1098 \mu^2$  und entspricht einer 180 proz.

Flächenvergrößerung; im Falle von  $2 \mu$ , das Doppelte, also  $21960 \mu^2$ , prozentual macht dies 360 Proz. aus.

Eine 95 proz. Volumzunahme der Panzerkassetten entspricht einer 180 proz. und eine 190 proz. einer 360 proz. Oberflächenvergrößerung.

Die verschiedenen Angaben über Größe der verschiedenen Stadien sind in den folgenden Tabellen vereinigt wiedergegeben:

Tabelle 1.

Volumbestimmungen an *Ceratium hirundinella*. Vergrößerung des Modells linear  $1000 \times$ . Bestimmt durch Fr. F. J. HOEK. Regeneration des apicalen Teiles.

Stadium	Form	1. Bestimmung	2. Bestimmung	3. Bestimmung	Gemittelt
	Cyste mit Hörnern u. Membran	18,012 cm <sup>3</sup>	17,935 cm <sup>3</sup>	17,905 cm <sup>3</sup>	17,951 cm <sup>3</sup>
		18 012 μ <sup>3</sup>	17 935 μ <sup>3</sup>	17 905 μ <sup>3</sup>	17 951 μ <sup>3</sup>
	Cyste ohne Hörnern mit Membran	17,656 cm <sup>3</sup>	17,667 cm <sup>3</sup>	17,640 cm <sup>3</sup>	17,659 cm <sup>3</sup>
		17 656 μ <sup>3</sup>	17 667 μ <sup>3</sup>	17 640 μ <sup>3</sup>	17 659 μ <sup>3</sup>
d	Form in Teilung	21,085 cm <sup>3</sup> 21 085 μ <sup>3</sup>	21,102 cm <sup>3</sup> 21 102 μ <sup>3</sup>	21,093 cm <sup>3</sup> 21 093 μ <sup>3</sup>	21,093 cm <sup>3</sup> 21 093 μ <sup>3</sup>
4	Ausgewachsene Form vor der Teilung	19,645 cm <sup>3</sup> 19 645 μ <sup>3</sup>	19,580 cm <sup>3</sup> 19 580 μ <sup>3</sup>	19,590 cm <sup>3</sup> 19 590 μ <sup>3</sup>	19,605 cm <sup>3</sup> 19 605 μ <sup>3</sup>
3	Form nach der Teilung	16,940 cm <sup>3</sup> 16 940 μ <sup>3</sup>	16,940 cm <sup>3</sup> 16 940 μ <sup>3</sup>	16,957 cm <sup>3</sup> 16 957 μ <sup>3</sup>	16,946 cm <sup>3</sup> 16 946 μ <sup>3</sup>
2	Form nach der Teilung	16,225 cm <sup>3</sup> 16 225 μ <sup>3</sup>	16,173 cm <sup>3</sup> 16 173 μ <sup>3</sup>	16,199 cm <sup>3</sup> 16 199 μ <sup>3</sup>	16,199 cm <sup>3</sup> 16 199 μ <sup>3</sup>
1	Form nach der Teilung	14,808 cm <sup>3</sup> 14 808 μ <sup>3</sup>	14,857 cm <sup>3</sup> 14 857 μ <sup>3</sup>	14,818 cm <sup>3</sup> 14 818 μ <sup>3</sup>	14,826 cm <sup>3</sup> 14 826 μ <sup>3</sup>
e	Form nach der Teilung	13,266 cm <sup>3</sup> 13 266 μ <sup>3</sup>	13,304 cm <sup>3</sup> 13 304 μ <sup>3</sup>	13,296 cm <sup>3</sup> 13 296 μ <sup>3</sup>	13,287 cm <sup>3</sup> 13 287 μ <sup>3</sup>
	Kern oval	0,906 cm <sup>3</sup> 906 μ <sup>3</sup>	0,904 cm <sup>3</sup> 904 μ <sup>3</sup>	0,898 cm <sup>3</sup> 898 μ <sup>3</sup>	0,903 cm <sup>3</sup> 903 μ <sup>3</sup>
	Kern rund	1,039 cm <sup>3</sup> 1 039 μ <sup>2</sup>	1,039 cm <sup>3</sup> 1 039 μ <sup>3</sup>	1,041 cm <sup>3</sup> 1 041 μ <sup>3</sup>	1,040 cm <sup>3</sup> 1 040 μ <sup>3</sup>
	Pusule	1,067 cm <sup>3</sup> 1 067 μ <sup>3</sup>	1,071 cm <sup>3</sup> 1 071 μ <sup>3</sup>	1,083 cm <sup>3</sup> 1 083 μ <sup>3</sup>	1,074 cm <sup>3</sup> 1 074 μ <sup>3</sup>

Tabelle 2.

 Volumveränderung bei dem Heranwachsen des antapicalen Teiles von *Ceratium hirundinella*. Bestimmt durch OLGA SEBESTYÉN.

Stadium	1. Messung Wasser- temperatur	2. Messung Wasser- temperatur	3. Messung Wasser- temperatur	Gemittelte Werte	Datum
d	24,310 cm <sup>3</sup> 24 310 μ <sup>3</sup> 22,5° C	24,295 cm <sup>3</sup> 24 295 μ <sup>3</sup> 22,5° C	24,230 cm <sup>3</sup> 24 230 μ <sup>3</sup> 23,5° C	24,278 cm <sup>3</sup> 24 278 μ <sup>3</sup>	1930 24. Juni
4	23,020 cm <sup>3</sup> 23 020 μ <sup>3</sup> 24,5° C	23,030 cm <sup>3</sup> 23 030 μ <sup>3</sup> 24,5° C	22,990 cm <sup>3</sup> 22 990 μ <sup>3</sup> 24,5° C	23,013 cm <sup>3</sup> 23 013 μ <sup>3</sup>	24. Juni
3	21,710 cm <sup>3</sup> 21 710 μ <sup>3</sup> 24,5° C	21,660 cm <sup>3</sup> 21 660 μ <sup>3</sup> 25,0° C	21,695 cm <sup>3</sup> 21 695 μ <sup>3</sup> 25,5° C	21,688 cm <sup>3</sup> 21 688 μ <sup>3</sup>	25. Juni
2	21,135 cm <sup>3</sup> 21 135 μ <sup>3</sup> 26,0° C	21,310 cm <sup>3</sup> 21 310 μ <sup>3</sup> 26,0° C	21,190 cm <sup>3</sup> 21 190 μ <sup>3</sup> 25,5° C	21,212 cm <sup>3</sup> 21 212 μ <sup>3</sup>	25. Juni
1	20,195 cm <sup>3</sup> 20 195 μ <sup>3</sup> 23,0° C	20,205 cm <sup>3</sup> 20 205 μ <sup>3</sup> 22,5° C	20,200 cm <sup>3</sup> 20 200 μ <sup>3</sup> 22,5° C	20,200 cm <sup>3</sup> 20 200 μ <sup>3</sup>	26. Juni
e	12,905 cm <sup>3</sup> 12 905 μ <sup>3</sup> 21,0° C	12,900 cm <sup>3</sup> 12 900 μ <sup>3</sup> 20,5° C	12,895 cm <sup>3</sup> 12 895 μ <sup>3</sup> 20,5° C	12,900 cm <sup>3</sup> 12 900 μ <sup>3</sup>	27. Juni

Tabelle 3.

 Gewicht resp. Volummasse am Apicalteil während des Wachstums von *Ceratium hirundinella*. Bestimmt durch Dr. A. WOLSKY.

Stadium		1. Messung	2. Messung	3. Messung	Mittelwerte	Prozentuale Zunahme
d	Volum	Verschollen	Verschollen	Verschollen	23.700 cm <sup>3</sup> 23 700 μ <sup>3</sup>	Zwischenstadium 4—d = 15
4	Datum	29. XII. 1929	30. XII. 1930	31. XII. 1931		
	Wassertemperatur	16,5°-16,9° C	16,4°-16,3° C	15,2° C		
	Volum	20,842 cm <sup>3</sup> 20 842 μ <sup>3</sup>	20,891 cm <sup>3</sup> 20 891 μ <sup>3</sup>	20,771 cm <sup>3</sup> 20 771 μ <sup>3</sup>	20,835 cm <sup>3</sup> 20 835 μ <sup>3</sup>	Zwischenstadium 3—4 = 3,67
3	Datum	17. I. 1930	18. I. 1930	19. I. 1930		
	Wassertemperatur	16,0° C	16,0° C	16,9° C		
	Volum	20,033 cm <sup>3</sup> 20 033 μ <sup>3</sup>	20,217 cm <sup>3</sup> 20 217 μ <sup>3</sup>	20,047 cm <sup>3</sup> 20 047 μ <sup>3</sup>	20,098 cm <sup>3</sup> 20 098 μ <sup>3</sup>	Zwischenstadium 2—3 = 6,47
2	Datum	19. II. 1930	20. II. 1930	20. II. 1930		
	Wassertemperatur	21,3° C	21,6° C	20,8° C		
	Volum	18,906 cm <sup>3</sup> 18 906 μ <sup>3</sup>	18,892 cm <sup>3</sup> 18 892 μ <sup>3</sup>	18,845 cm <sup>3</sup> 18 845 μ <sup>3</sup>	18,881 cm <sup>3</sup> 18 881 μ <sup>3</sup>	Zwischenstadium 1—2 = 27,23
1	Datum	22. II. 1930	22. II. 1930	22. II. 1930		
	Zeit d. Bestimmung	Vormittags	Vormittags	Nachmittags		
	Volum	14,885 cm <sup>3</sup> 14 885 μ <sup>3</sup>	14,815 cm <sup>3</sup> 14 815 μ <sup>3</sup>	14,831 cm <sup>3</sup> 14 831 μ <sup>3</sup>	14,844 cm <sup>3</sup> 14 844 μ <sup>3</sup>	Zwischenstadium e—1 = 23,05
e	Datum	25. II. 1930	25. II. 1930	26. II. 1930		
	Zeit d. Bestimmung	Vormittags	Nachmittags	Vormittags		
	Volum	11,997 cm <sup>3</sup> 11 997 μ <sup>2</sup>	12,073 cm <sup>3</sup> 12 073 μ <sup>3</sup>	12,088 cm <sup>3</sup> 12 088 μ <sup>3</sup>	12,053 cm <sup>3</sup> 12 053 μ <sup>3</sup>	

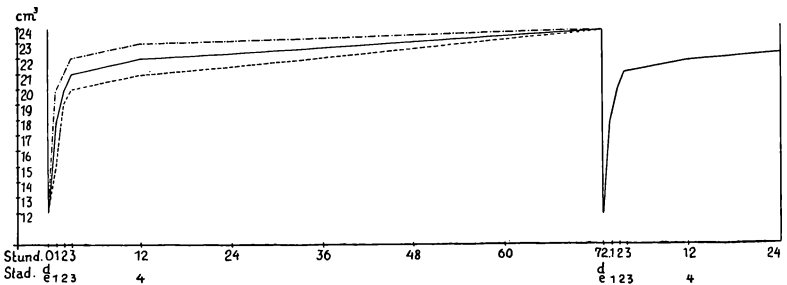


In der folgenden Tabelle soll aus den Angaben von WOLSKY (Tabelle 3) und SEBESTYÉN (Tabelle 2) der Mittelwert berechnet werden.

Tabelle 4.

Stunden nach der Teilung	Stadium	Mittelwerte der Angaben bestimmt durch		Mittelwerte der Angaben S.'s u. W.'s. cm <sup>3</sup>
		SEBESTYÉN cm <sup>3</sup>	WOLSKY cm <sup>3</sup>	
0	d	24	24	24
0 [24]	e Teilung	12 +	12	12
1	1	20	15	± 18
2	2	21	19	20
3	3	22	20	21
12	4	23	21	22
72 [24]	d			

Aus der Tabelle 4 ist das Graphikon konstruiert, woraus ersichtlich ist, daß die mit Hilfe der Wasseraufnahme entstehende Volumzunahme (= Wachstum) mit einer großen Energie ihren Anfang nimmt, dann nimmt die Energie in ihrer Kraft ab. Das ganze auf Wasseraufnahme beruhende Wachstum läuft in 3 Stunden ab, aber das Wachstum des Plasmas nimmt 2—23 Tage in Anspruch. Als Beispiel sei im Graphikon die Volumzunahme des Apicalteiles einer 72 stündigen Wachstumsperiode.



Graphische Darstellung der in der obigen Tabelle 4 angegebenen Werte der Wachstumsregeneration des Antapex.

- · · · · Angaben von SEBESTYÉN.
- — — — — „ „ WOLSKY.
- Mittelwerte beider Angaben.

Aus den Tabellen 1, 2 u. 3 ist ersichtlich, daß in bezug auf das Volum die verschiedenen Stadien stark voneinander abweichen.

Tabelle 5.

Stadium	Volum des Modells cm <sup>3</sup>	Volum des Organismus μ <sup>3</sup>
Die Cyste ist	17,95	17 950
Die große Form der vor Teilung, Stadium d	24,00	24 000
Stadium 4	22,00	22 000
Stadium 3	21,00	21 000
Stadium 2	20,00	20 000
Stadium 1	18,00	18 000
Stadium e	12,00	12 000

Wie aus den Tabellen 1—3 der Regeneration des antapicalen Teiles und der Regeneration des apicalen Teiles ersichtlich ist, ist die Größenzunahme während des Wachstums an beiden Teilungshälften insoweit es mit dieser groben Methode bestimmt werden konnte, ungefähr dieselbe, d. h. der antapicale Teil wächst bei der Regeneration ebenso aus, wie der apicale Teil. Diese Feststellung bringt es mit sich, daß das Wachstum an beiden Teilungshälften zur selben Zeit in gleichem Tempo abläuft. Es ist deshalb erlaubt aus diesen zwei Wachstumsangaben den mittleren Wachstumsablauf und die Wachstumsgeschwindigkeit vereinigt darzustellen. Die so entstehende Kurve beweist, daß das Wachstum bei den Teilungshälften mit einem starken Anlauf beginnt und dann allmählich an Stärke abnimmt. Wenn wir annehmen, daß die einzelnen Teilungsstadien gleiche Zeit in Anspruch nehmen und wenn wir die Angaben graphisch darstellen, und zwar so, daß wir die ganze Zeit zwischen zwei Teilungen in Stunden einteilen und dann für jede Stunde die entsprechenden Größen aufzeichnen, so kommen wir z. B. in der 72 Stunden in Anspruch nehmenden Teilungsrate zu einer Tabelle, in welcher die Wachstumskurve sehr steil beginnt, da das rasche Wachstum 3 Stunden im ganzen in Anspruch nimmt, worauf ein fast unmerkbares Wachstum von 63 Stunden folgt (Graphikon).

Aus dieser Kurve ist zu ersehen, daß das Wachstum der Hörner im Volum zwischen Mitternacht und 1 Uhr am größten ist, in der 2. und 3. Stunde ist es schwächer, doch dauert das Anwachsen des Plasmas in der ganzen Zeit zwischen zwei Teilungen fort, weshalb es sehr wahrscheinlich erscheint, daß die sehr rasche Vergrößerung zwischen Mitternacht 0 und 3 Uhr wahrscheinlich keine Vermehrung des Plasmas darstellt, sondern auf der Dehnung (Dehnungsstadien der Botaniker) infolge Flüssigkeitsaufnahme beruht. Das Wachstum

des Protoplasmas selbst wird durch diese sehr allmählich aufsteigende Linie präsentiert, welche vom Höhepunkt des täglichen Wachstums beginnend bis zur folgenden Teilung sich sehr schwach erhebt. Wenn wir die Kurven des Massenwachstums mit der Form der Kurve des Linearwachstums und des Volumwachstums vergleichen, stellt sich heraus, daß alle sich so ähnlich sehen, daß man auf eine identische Ursache ihrer Entstehung schließen kann. Wir sahen aber, daß das lineare Wachstum in einer mit der Zeit äquivalent laufender Verdoppelung der Länge sich äußert. So äußert sich auch die Massenzunahme. Das Wachstum des Plasmas, sowie die Dickenzunahme des Panzers dauert während der ganzen Zeit zwischen zwei Teilungen, ebenso wie das Wachstum des Kernes fort.

---

### Literaturverzeichnis.

- ENTZ, GÉZA (1925): Über Cysten und Encystierung der Süßwasserceratien. Arch. f. Protistenk. Bd. 51.
- (1927): Beiträge zur Kenntnis der Peridinien. II. resp. VII. Studien an Süßwasserceratien. (Morphologie, Variation, Biologie). Ibid. Bd. 58.
- (1931): Analyse des Wachstums und der Teilung einer Population sowie eines Individuums des Protisten *Ceratium hirundinella* unter den natürlichen Verhältnissen. Arch. f. Protistenk. Bd. 74.
-

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Archiv für Protistenkunde](#)

Jahr/Year: 1933

Band/Volume: [79 1933](#)

Autor(en)/Author(s): Entz Geza Jr.

Artikel/Article: [Über Veränderung von Volum und Oberfläche beim Wachstum, der Teilung und Encystierung eines Protisten \(Ceratium hirundinella\). 380-390](#)