



## Schulbiologiezentrum Hannover

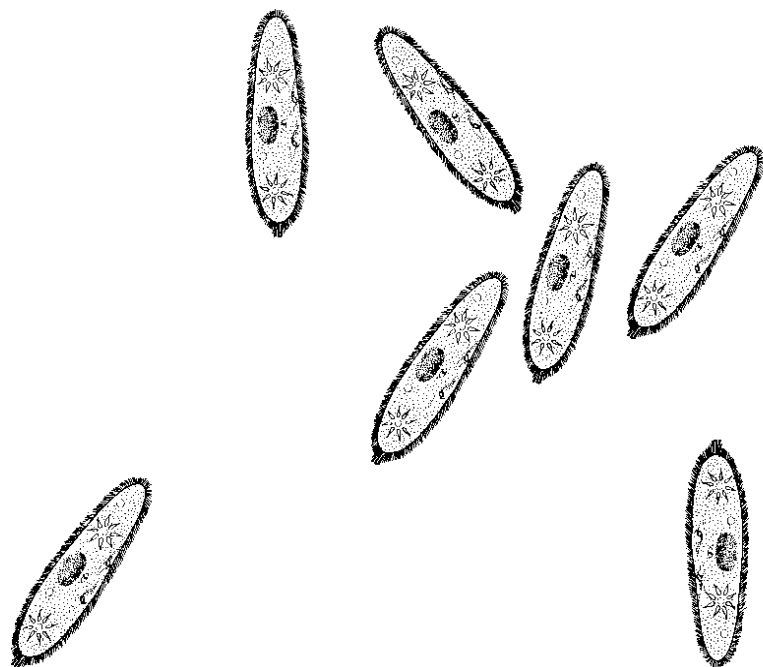
Vinnhorster Weg 2, 30419 Hannover

Tel: 0511-16847665/7

Fax: 0511-16847352

email : [schulbiologiezentrum@hannover-stadt.de](mailto:schulbiologiezentrum@hannover-stadt.de)

Hannover



# 15.17

## **Paramecium caudatum**

(Pantoffeltierchen)

Herausgeber: Landeshauptstadt Hannover  
Schulbiologiezentrum

Titel: **Paramecium caudatum** (Pantoffeltierchen)  
**Arbeitshilfe Nr. 15.17**  
September 1979 / 2. veränderte Auflage Januar 1992

Verfasser: Gerhard Winkel / Reinhard Wiedemann / Klaus Thomaier  
Herausgeber: Landeshauptstadt Hannover  
Fachbereich Bibliothek und Schule  
Schulbiologiezentrum Hannover  
Vinnhorster Weg 2  
30419 Hannover

Tel: 0511/ 168 – 47665/7  
Fax: 0511/ 168 – 47352  
Email: [schulbiologiezentrum@hannover-stadt.de](mailto:schulbiologiezentrum@hannover-stadt.de)  
Internet: [www.schulbiologiezentrum-hannover.de](http://www.schulbiologiezentrum-hannover.de)  
[www.foerderverein-schulbiologiezentrum.de](http://www.foerderverein-schulbiologiezentrum.de)

## Paramecium caudatum

(Pantoffeltierchen)

### Inhaltsverzeichnis

|  |    |
|--|----|
| Paramecium caudatum (geschwänztes Pantoffeltier) | 1  |
| Nahrung und Verdauung                            | 1  |
| Bewegung   | 2  |
| Zellkerne  | 2  |
| Fortpflanzung                                    | 2  |
| Reizempfindlichkeit                              | 3  |
| Haltung  | 4  |
| <br>   |    |
| Untersuchungen und Experimente                   | 4  |
| Allgemeiner Hinweis                              | 4  |
| Paramecienfalle                                  | 4  |
| Nahrungsaufnahme                                 | 5  |
| Regulation des Wasserhaushalts und Ausscheidung  | 5  |
| Verdauung  | 6  |
| Thigmotaxis                                      | 6  |
| Chemotaxis                                       | 7  |
| Phototaxis                                       | 7  |
| Galvanotaxis                                     | 7  |
| <br>   |    |
| Literaturangabe                                  | 8  |
| Abbildungsnachweis                               | 8  |
| Paramecium caudatum (Folienvorlage)              | 9  |
| Paramecium caudatum (Abbildung mit Beschriftung) | 10 |
| Stichwortverzeichnis                             | 11 |

Paramecium caudatum gehört mit einer Größe von 180 bis 300 µm zu den mittelgroßen Protozoen. Durch seine Anpassungsfähigkeit an verschiedene Umweltbedingungen lässt es sich leicht in Kulturen halten und eignet sich daher besonders für Untersuchungen im Unterricht. Um in Ruhe Bewegungsweise, Nahrungsaufnahme oder anatomische Einzelheiten betrachten zu können, ist eine Beobachtung bei 10- bis 100-facher Vergrößerung mit Binokular oder Mikroskop geeignet.

### Nahrung und Verdauung

Paramecium ist häufig an Pflanzenfasern zu finden, in deren nährstoffreicher Umgebung es seine Hauptnahrung - Bakterien - aufnimmt. Vor dem Tier liegende kleine Pflanzenreste, die nach kurzer Zeit längs der Körperachse am Tier vorbeischnellen, zeigen, dass Paramecium seine Nahrungsobjekte mit enormer Kraft heranstrudelt. Bakterien werden dabei parallel zum scharf ausgeprägten Mundfeldrand (Mundfeld: Peristom) in den Mundtrichter (Vestibulum) befördert. Der Mundtrichter verjüngt sich. Zwei weitere röhrenförmige Abschnitte (Cytopharynx, Cytoösophagus) sind im Gegensatz zum Mundtrichter mit speziellen Cilienreihen ausgekleidet. Diese sind im Vergleich zu Blepharisma japonicum nicht zu Membranellen verklebt. Am Ende des Cytoösophagus sorgt eine elastische Pellicula mit einem Fibrillennetz für die Aufnahme des Nahrungsobjektes. Die Einheitsmembran der Pellicula umschließt die Nahrungspartikel und bildet eine Nahrungsvakuole. Sie wandert während des Verdauungszykluses am Rand des Zelleibes über das Vorderende bis zur Zellmitte auf Höhe des Mundes. Während der Wanderung durch die Zelle lagern sich kleine Bläschen (Lysosomen) an die Vakuole an, die mit Verdauungssaft gefüllt sind. Der Inhalt wird in die Vakuole abgegeben, die Nahrungspartikel werden verdaut und die gelösten Stoffe ins Zellinnere aufgenommen. Am Ende des Weges durch die Zelle verschmilzt die Vakuole mit der Außenhülle und gibt unverdauliche Restbestandteile nach außen ab.

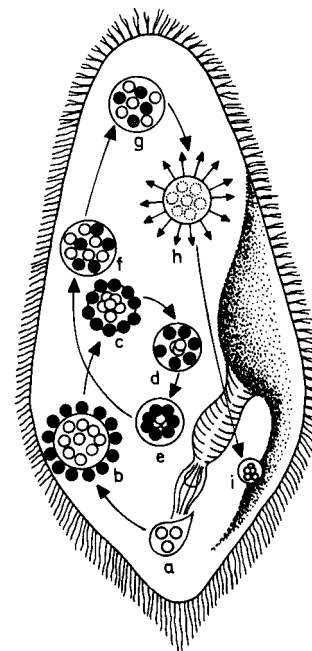


Abb. 1: Verdauung bei Paramecium. a) Abschnürung der Empfangsvakuole vom Schlund b) Nahrungsvakuole mit Lysosomen c) Eindringen der Verdauungsenzyme in die Vakuole d-g) verschiedene Stadien h) Austreten der Nahrungssubstanzen aus der Vakuole ins Zellinnere i) Ausscheidungsvakuole

## Bewegung

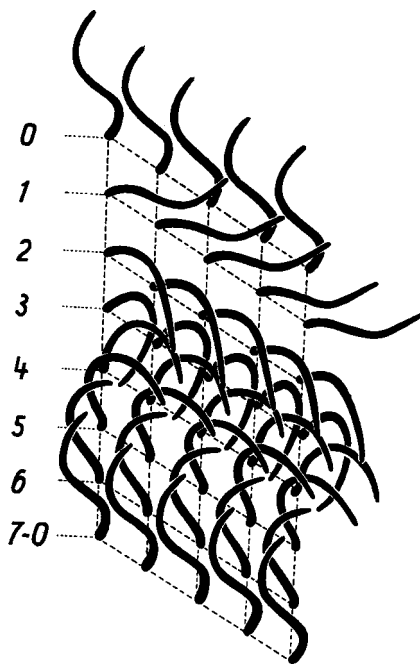


Abb.2a: Schlagfolge der Wimpern.  
0-2 progressiver Schlag,  
2-7 regressiver Schlag

Auffallend sind die schnellen und zum Teil ruckartigen Bewegungen der im Aufsicht weiß erscheinenden Einzeller.

Cilien, die der Bewegung dienen, sind bei *Paramecium caudatum* über den ganzen Körper verteilt. Die Cilien am Körperende sind verlängert (Steuer cilien).

Die Koordinierung des Cilien schla g es wird durch Fibrillen, die die "Wurzel" der Cilien (Basalkörner) verbinden, gesteuert, eine Voraussetzung, um komplizierte Orientierungsbewegungen wie Rückstoß, Drehung um die Körperachse und wieder einsetzende Fortbewegung nacheinander ablaufen zu lassen. Der Aufbau der Cilien stimmt mit dem Bau der Fortbewegungsorgane anderer Einzeller überein.

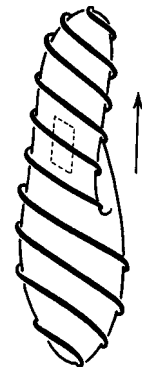


Abb.2b: Schema des Verlaufs der metachronen Wellen bei der Vorwärtsbewegung (dem rhombischen Ausschnitt entspricht der in Abb.2a dargestellte Bereich).

Durch die Anordnung der Wimpern und ihre zeitlich aufeinander abgestimmte Schlagfolge (Abb.2a) entstehen metachrone Wellen (Abb.2b) die beim vorwärts schwimmen in Bezug auf die Körperachse von vorn nach rechts hinten wandern. In Verbindung mit der Gestalt des Tieres bewegt es sich dadurch in einer links gewundenen Schraubenbahn.

## Zellkerne

*Paramecium caudatum* besitzt neben einem Großkern (Macronucleus) einen Kleinkern (Micronucleus), die beide in der Nähe des Mundtrichters liegen. Der Großkern ist polyploid und kann mehrere hundert Chromosomensätze enthalten. Er ist hauptsächlich für die Stoffwechselfvorgänge zuständig, während der diploide Kleinkern Weitergabe und Neukombination der Erbanlagen bei der Konjugation regelt.

## Fortpflanzung

Ähnlich wie bei den Amöben ist eine ungeschlechtliche Fortpflanzung bei *Paramecium caudatum* möglich. Der Teilung des Zellleibes geht eine mitotische Teilung des Kleinkernes voraus. Der Großkern wird während des Teilungsprozesses durchgeschnürt.

Die geschlechtliche Fortpflanzung (Konjugation) führt nach Anlagerung zweier Tiere zu mehreren Teilungsvorgängen der Kleinkerne, in deren Verlauf die Zahl der Chromosomen auf einen einfachen Satz (haploid) reduziert wird. Nach der Wanderung jeweils eines Kleinkernes in die benachbarte Zelle, verschmilzt dieser im anderen Zelleib mit einem dort festliegenden Kleinkern des Partners. Aus dem nun diploiden Kleinkern entwickelt sich unter anderem nach Auflösung des alten ein neuer Großkern

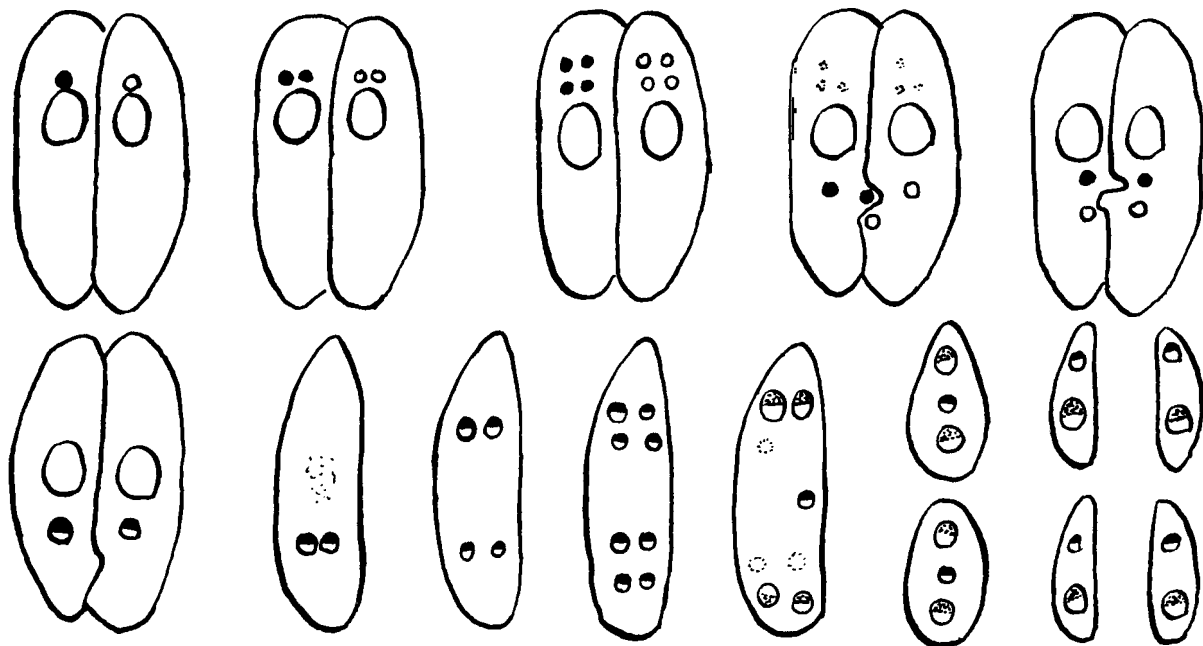


Abb. 3 Teilung und Konjugation bei *Paramecium caudatum*

### Reizempfindlichkeit

Bei ungünstigen Umweltbedingungen wie hoher Salzkonzentration oder zu großer Wärme reagiert *Paramecium* mit Orientierungsbewegungen, die das Tier in eine günstigere Umgebung schwimmen lassen (siehe Chemotaxis). Wärmeempfindlichkeit und chemische Reizempfindlichkeit sind am Vorderende der Zelle lokalisiert. Eine Dauercyste wie *Blepharisma japonicum* bildet *Paramecium caudatum* nicht.

Zur Aufnahme von Berührungseizen sind bei *Paramecium* die Wimpern der ganzen Körperoberfläche befähigt (siehe Thigmotaxis).

Die Wahrnehmung der Schwerkraft wird wahrscheinlich über Einschlüsse in den Vakuolen und daraus entstehende Druckunterschiede ermöglicht.

## Haltung

In Petrischalen sind Paramecien über Monate leicht bei Zimmertemperatur zu halten. Zur Herstellung der Kulturflüssigkeit wird Leitungswasser mehrere Tage lang zur Entfernung von Chlor gut belüftet oder kurz abgekocht. Als Nahrungsgrundlage dienen Weizenkörner aus biologischem Anbau bzw. die sich an ihnen vermehrenden Bakterien. Wegen des höheren Eiweißgehaltes ist Grünkern für die Kultur noch besser geeignet. Einige Körner werden kurz aufgekocht und mindestens 2 Tage in einer mit Leitungswasser gefüllten sterilen Petrischale aufgestellt. In dieser Zeit werden Bakteriensporen keimen und sich durch die Nahrungsstoffe des Kornes reichlich vermehren.

Zum Ansetzen einer Kultur füllt man das vorbereitete Wasser etwa halbhoch in eine sterile Schale, gibt zwei halbierte Körner dazu (mit abgeflammtem Messer durchschneiden oder mit einer Pinzette zerquetschen) und pipettiert mit einer sterilen Pipette Paramecien hinein.

Trotz des Bemühens um sterile Arbeitsweise können die Kulturen früher oder später mit anderen Arten "verunreinigt" sein. Häufig findet man Rädertiere oder Fadenwürmer. Da Rädertiere räuberisch von Einzellern leben, kommt die Kultur damit schnell zum Erliegen. Hat man rechtzeitig neue Kulturen angelegt, sollte man diese Mischkulturen dann aussortieren, um ein Verschleppen der unerwünschten Tiere in neue Schalen zu vermeiden.

Etwa alle zwei bis drei Wochen sollten die Bakterien in den Schalen mit zwei neuen Körnern gefüttert werden. Bei dieser Gelegenheit kann dann auch, wenn nötig, entchlortes Wasser nachgefüllt werden.

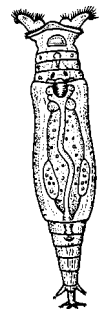


Abb. 4:  
Rädertier

## Untersuchungen - Experimente

### Allgemeiner Hinweis:

Zur besseren Beobachtung der Tiere, vor allem bei starker Vergrößerung, gibt man Teile der aufgeweichten Weizenkörner mit auf den Objektträger. Einige der Tiere lagern sich an den eingebrachten Pflanzenfasern an und sind so eingehender zu beobachten (siehe auch Thigmotaxis).

Auch wenige Fäden von Verbandswatte zwischen Objektträger und Deckglas gelegt eignen sich für diesen Zweck gut.

### Paramecienfalle

Für viele Versuche ist eine Anreicherung der Paramecien nötig, vor allem wenn die Versuche mit Hilfe einer Mikroprojektion vorgeführt werden sollen.

Dazu wird ein großes Reagenzglas mit einer bestimmten Menge Kulturflüssigkeit gefüllt. Ein zweites Reagenzglas mit etwas geringerem Durchmesser setzt man in

das erste Glas ein, so dass die Flüssigkeit sich z.T. zwischen den Glaswänden befindet. Hier sammeln sich die Tiere nach etwa 24 Stunden. Durch weiteres Einschieben schwappt die mit Tieren angereicherte Flüssigkeit in das kleinere Glas.

### Nahrungsaufnahme

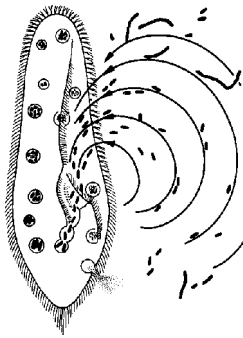


Abb. 5: Heranstrudeln von Nahrungspartikeln

Zu einem Tropfen Kulturflüssigkeit wird nach Auflegen eines Deckgläschens an dessen Rand ein Tropfen Scriptol-Tusche (Burri-Tusche) zugesetzt. Tintenfarbstoffe und Deckfarbenpigmente sind wegen ihrer toxischen Wirkung nicht anzuwenden. Bei den Tieren, die mit den Tuschepartikeln in Berührung kommen, wird das Heranstrudeln der schwarzen Teilchen sichtbar. Die meist schraubenförmigen Fortbewegungsbahnen der Tiere werden durch zurückgelassene Tuschepartikel markiert.

### Regulation des Wasserhaushalts und Ausscheidung

Die dem Mundfeld gegenüberliegende kontraktile Vakuole lässt sich bei entsprechender Ruhelage (s. Thigmotaxis) als **nicht** gefärbte Vakuole gut ausmachen. Sie kontrahiert sich in der Kulturflüssigkeit ca. 5-10 mal in der Minute, wodurch sie das passiv durch Osmose aufgenommene Wasser nach außen abgibt. Je nach Konzentration gelöster Teilchen kann die Kontraktionsfrequenz variieren.

Das Füllen der Vakuole (Diastole) und das plötzliche Entleeren der Vakuole nach außen (Systole) lässt sich an ruhenden Paramecien lichtmikroskopisch beobachten und die Frequenz mit einer Stoppuhr bestimmen.

Bringt man mit einer fein ausgezogenen Pipette einen Tropfen 0,5%ige Kochsalz-Lösung an den Rand des Deckglases und saugt von der entgegengesetzten Seite Flüssigkeit ab, so verlangsamen sich die Kontraktionen, weil die Konzentrationsdifferenz zwischen Medium und Zelle geringer wird.

Paramecium pumpt in 14-15 Minuten die Wassermenge aus seinem Körper, die dem eigenen Zellvolumen entspricht.

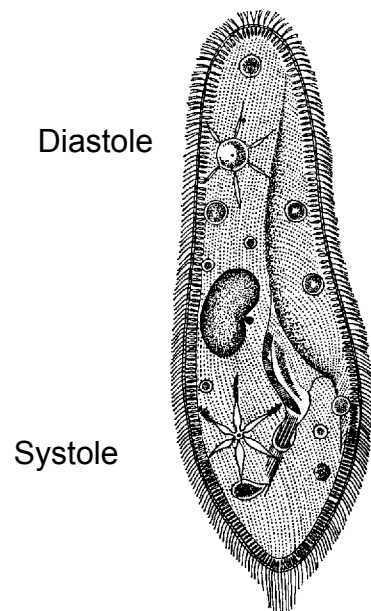


Abb. 6: Kontraktile Vakuolen



## Verdauung

20 ml dest. Wasser werden mit 10 g Hefe und einer Messerspitze Neutralrot oder Kongorot 10-15 Min. bis auf den Siedepunkt erhitzt. Die abgekühlte Suspension wird mit einer Präpariernadel in winzigen Mengen in einen Tropfen Kulturflüssigkeit gebracht. Nach kurzer Zeit sind die Vakuolen der Tiere bei beiden Indikatoren rot gefärbt. Mit Neutralrot gefärbte Hefezellen behalten diese Farbe auch in der bald darauf sauer reagierenden Vakuolenflüssigkeit. Bei steigenden pH-Werten (alkalisch reagierende Flüssigkeit) schlägt die Farbe des Indikators im Laufe des weiteren Verdauungszyklusses nach Gelb um und wird meist überdeckt.

Mit Kongorot gefärbte Hefezellen zeigen in der sauer reagierenden Vakuolenflüssigkeit meist eine blaue Farbe, die bei steigenden pH-Werten wieder zur roten Indikatorfarbe wechselt.

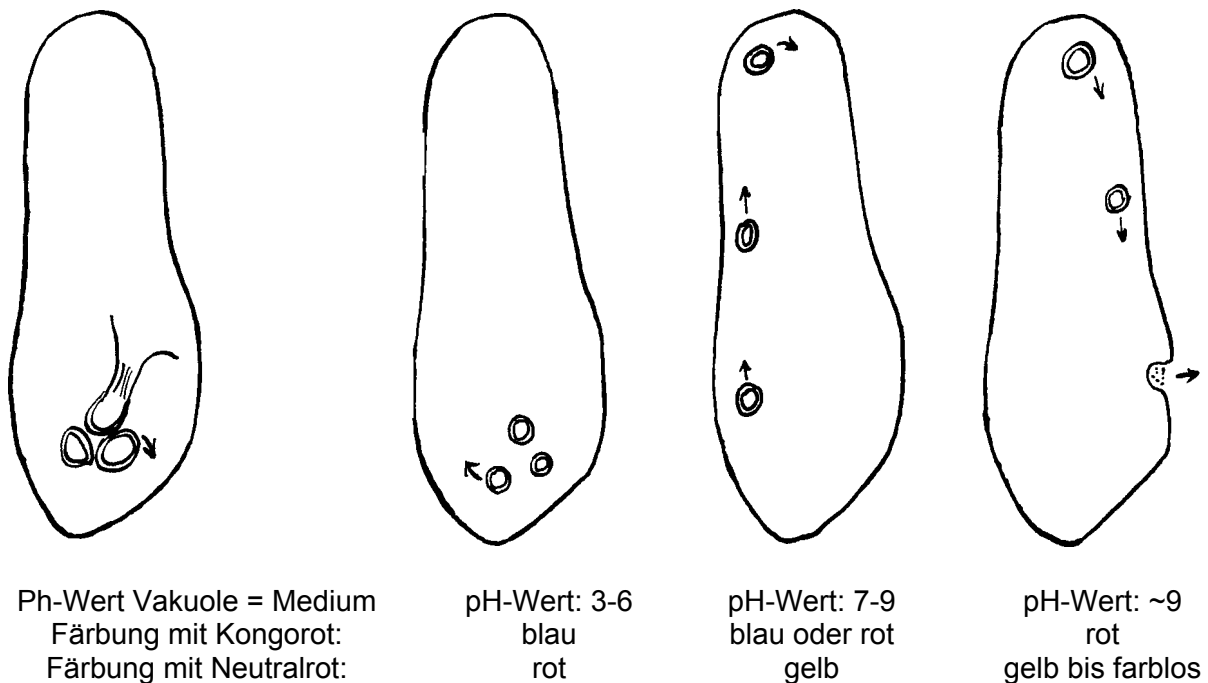


Abb. 7: Nahrungsaufnahme und Verdauung bei Paramecium caudatum

## Thigmotaxis

Bei Berührungsreizen zeigt Paramecium Bewegungsreaktionen, die man als positive oder negative Thigmotaxis bezeichnet.

Durch Einbringen kleiner Deckglassplitter in einen Tropfen Paramecien-Kultur lässt sich beobachten, dass die Paramecien nach dem Anstoßen zurückweichen und in anderer Richtung weiterschwimmen (negative Thigmotaxis).

Treffen sie dagegen auf Detritus, Filterpapierfasern oder Wattefäden, so kann man beobachten, daß sich einige Tiere an die Hindernisse anlegen und langsam daran entlang gleiten.

## Chemotaxis

Bei einem Lebendpräparat von Paramecien wird an einer Ecke des Deckglases ein kleiner Tropfen 5%ige Essigsäure aufgebracht. Die Essigsäure diffundiert langsam unter das Deckglas und erzeugt ein Konzentrationsgefälle. Die Paramecien meiden den Bereich höherer Essigsäurekonzentration durch entsprechende Orientierungsbewegungen und ordnen sich ringförmig entlang einer bestimmten Konzentration an.

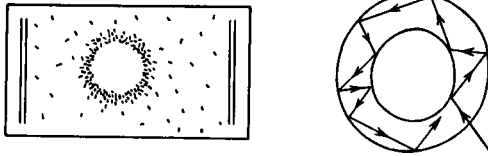


Abb 8: Ringförmige Ansammlung von Paramecien am Rande einer bestimmten Konzentration. Daneben die Bahn eines einzelnen Individuums innerhalb einer optimalen Zone.

Bringt man an der Spitze einer Präpariernadel einen Kochsalzkristall mitten in einen Tropfen einer Paramecien-Kultur auf einem Objektträger, so kann man anschließend um den sich auflösenden Kristall einen langsam größer werdenden Ring von Tieren beobachten.

## Phototaxis

Ein Objektträger ist mit dünnem schwarzem Karton, der mit einem Klebestreifen auf der Rückseite aufgeklebt wird, so zu präparieren, dass ein aufgebrachtener Tropfen Kulturflüssigkeit zur Hälfte im Schatten bzw. Licht liegt. Man kann den Objektträger auch mit einem schwarzen Folienschreiber bemalen. Nach Aufbringen eines Deckgläschens zeigt sich, dass Paramecium - allerdings nur bei sehr starker Lichtquelle - aus dem Licht flieht (siehe auch Blepharisma, Arbeitshilfe 15.18).

## Galvanotaxis

Ein angereicherter Tropfen Kulturflüssigkeit wird auf einen Objektträger mit eingeklebten Elektroden gebracht und an eine Batterie oder einen Trafo angeschlossen. Die Tiere orientieren sich einsinnig nach der Polung des Feldes, sie schwimmen zur Kathode. Bei einer Umpolung verändern sie geschlossen die Richtung ihrer Fortbewegung.

Das elektrische Feld erzwingt eine bestimmte Schlagrichtung der zur Kathode gerichteten Wimpern. Auf diese Weise werden alle Paramecien durch eine Drehbewegung mit dem Vorderende zur Kathode hin ausgerichtet.

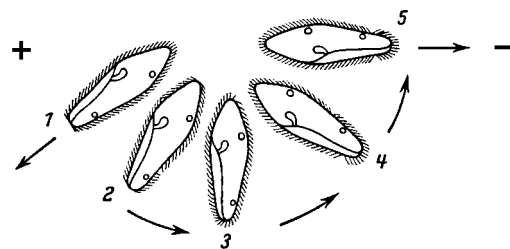


Abb. 9: Ein Paramecium wird beim Einschalten des Stroms zur Kathode hin gedreht.

## Literaturangabe

- Bauer, Ernst W.:** Biologie 2/A  
Cornelsen-Velhagen & Klasing, Berlin, 1978
- Grell, Karl G.:** Protozoologie  
Springer-Verlag, Berlin, 2. Auflage 1968
- Mayer, Max:** Kultur und Präparation der Protozoen  
Kosmos-Verlag, Stuttgart, 1975
- Matthes / Wenzel:** Wimpertiere (Ciliaten)  
Kosmos-Verlag, Stuttgart, 1966
- Kourist, Werner:** Lebende Organismen unter dem Mikroskop  
Untersuchungen und Versuche, Biolab GmbH, Bonn, 1977
- Kükenthal / Matthes / Renner:** Zoologisches Praktikum  
G. Fischer Verlag, Stuttgart, 1971
- Vater-Dobberstein / Hilfrich:** Versuche mit Einzellern  
Experimentalbuch für Lehrer und Schüler  
Franckh, Stuttgart, 1982
- Westphal, Albrecht:** Spezielle Zoologie 1 - Protozoen-  
Ulmer Verlag, UTB, Stuttgart, 1974

### Abbildungsnachweis:

Abb. 1: aus Vater-Dobberstein/Hilfrich

Abb. 2a/b, 8 u. 9: aus Grell

Abb. 3 u. 7: nach Westphal

Abb. 4 u. 5: aus Bauer

Abb. 6: aus Matthes/Wenzel

Die 1. Auflage dieser Arbeitshilfe ist im Rahmen einer Projektgruppe des Pädagogischen Zentrums Hannover in Zusammenarbeit mit dem Schulbiologiezentrum von Reinhard Wiedemann und Gerhard Winkel 1979 erarbeitet worden.

Die 2. Auflage 1992 wurde von Klaus Thomaier überarbeitet.

Abb. 10: Folienvorlage *Paramecium caudatum*

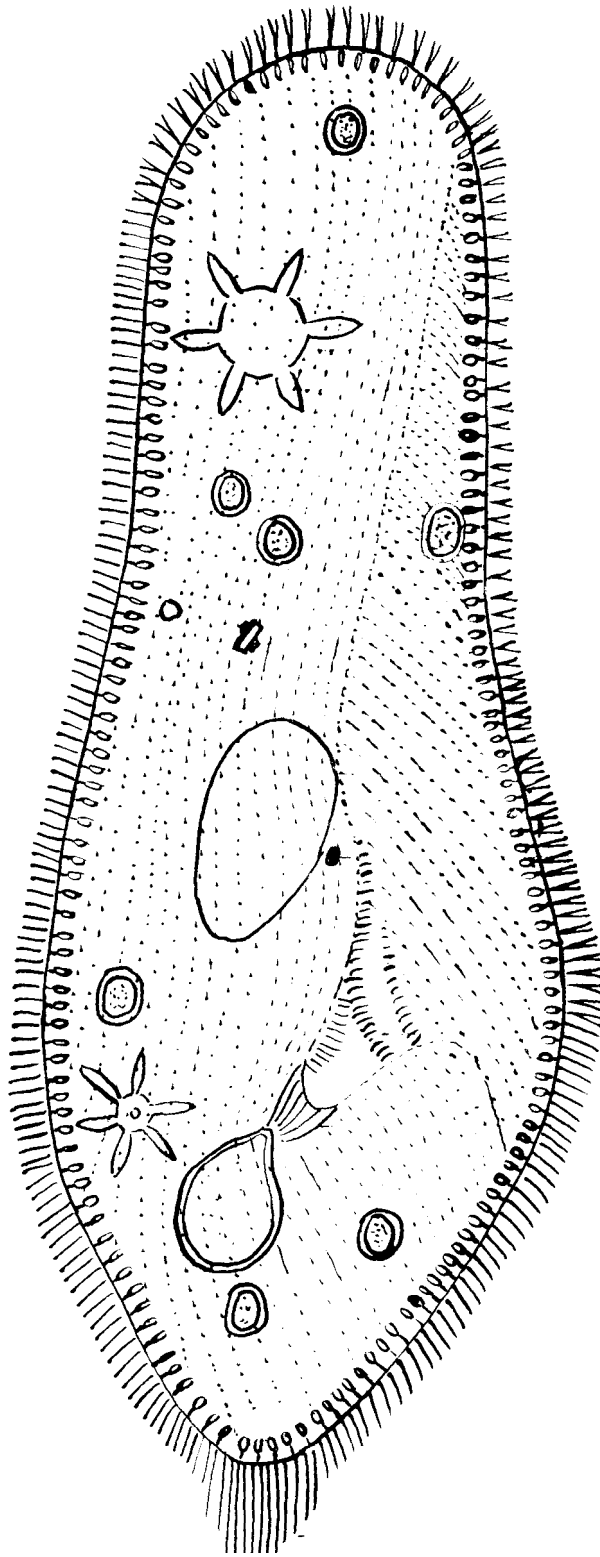
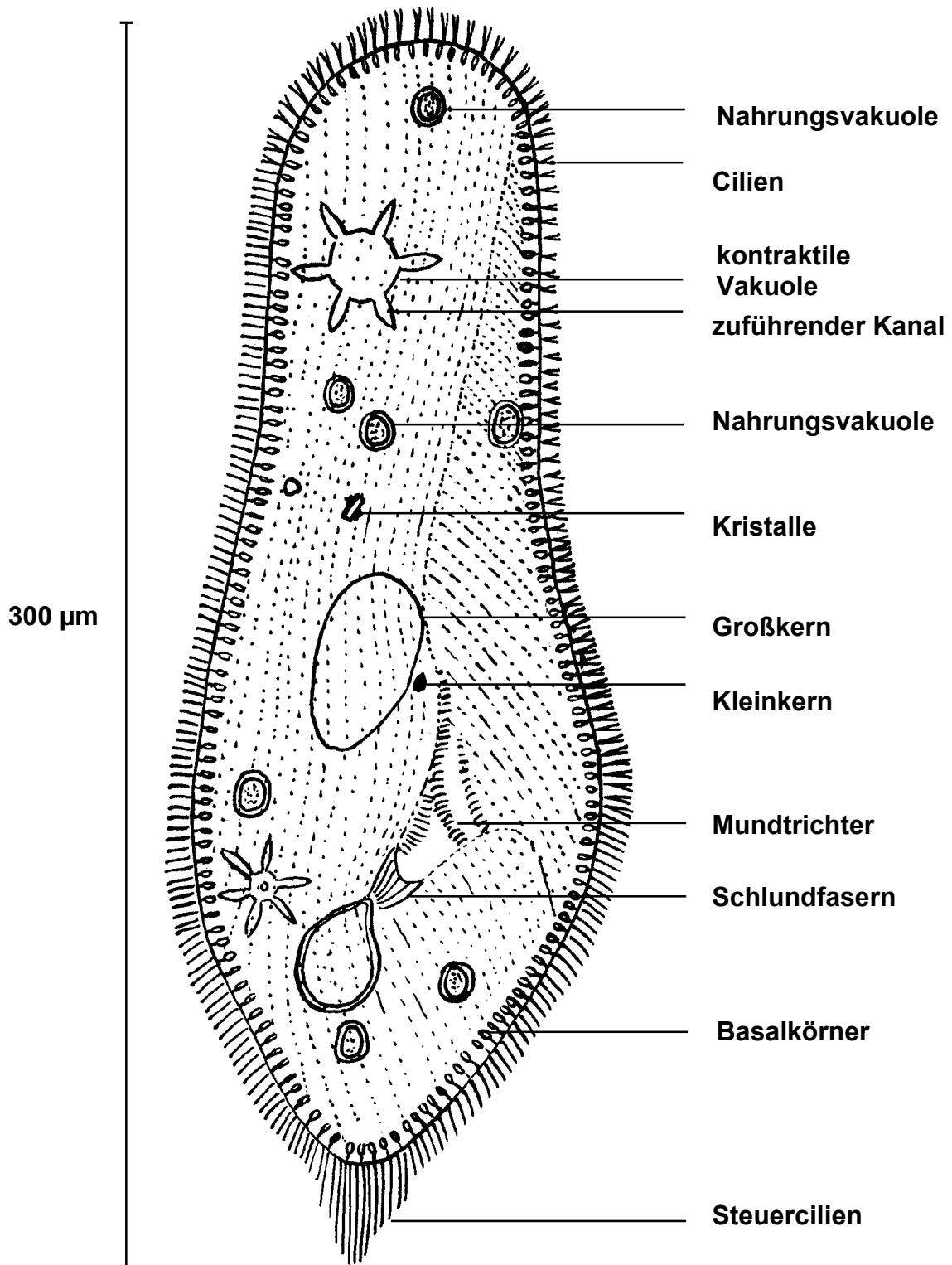


Abb. 11: Paramecium caudatum (Abbildung mit Beschriftung)



## Stichwortverzeichnis

| <b>Stichwort</b>     | <b>Seite</b> | <b>Stichwort</b>    | <b>Seite</b> |
|----------------------|--------------|---------------------|--------------|
| Anreicherung         | 4            | Nahrung             | 1            |
| Ausscheidung         | 5            | Nahrungsaufnahme    | 5            |
| Basalkörner          | 10           | Nahrungsvakuole     | 10           |
| Bewegung             | 2            | Neutralrot          | 6            |
| Burri-Tusche         | 5            | Osmose              | 5            |
| Chemotaxis           | 7            | Paramecienfalle     | 4            |
| Cilien               | 10           | Pellicula           | 1            |
| Cytoösophagus        | 1            | Peristom            | 1            |
| Cytopharynx          | 1            | Phototaxis          | 7            |
| Diastole             | 5            | Rädertiere          | 4            |
| Fortpflanzung        | 2            | Regulation des      |              |
| Galvanotaxis         | 7            | Wasserhaushalts     | 5            |
| Großkern             | 2, 10        | Reizempfindlichkeit | 3            |
| Haltung              | 4            | Schlundfasern       | 10           |
| Kleinkern            | 2            | Scriptol-Tusche     | 5            |
| Kleinkern            | 10           | Steuercilien        | 10           |
| Kongorot             | 6            | Systole             | 5            |
| Konjugation          | 3            | Thigmotaxis         | 6            |
| kontraktile Vakuole  | 5, 10        | Verdauung           | 1, 6         |
| Kontraktionsfrequenz | 5            | Verdauungszyklus    | 6            |
| Kristalle            | 10           | Vestibulum          | 1            |
| Lysosomen            | 1            | Zellkerne           | 2            |
| Macronucleus         | 2            |                     |              |
| metachrone Wellen    | 2            |                     |              |
| Micronucleus         | 2            |                     |              |
| Mikroprojektion      | 4            |                     |              |
| Mundfeld             | 1            |                     |              |
| Mundtrichter         | 1, 10        |                     |              |