





Simulation der Bewegungen von Volvox-Kugeln

Erkenntnisse aus: www.biomedcentral.com/1741-7007/8/103

Der Artikel behandelt speziell die Art *Volvox rousseletii*.

Die grundsätzlichen Eigenschaften treffen aber bestimmt auch auf *Volvox globator* zu.

Ueki et al. *BMC Biology* 2010, **8**:103
<http://www.biomedcentral.com/1741-7007/8/103>



RESEARCH ARTICLE

Open Access

How 5000 independent rowers coordinate their strokes in order to row into the sunlight: Phototaxis in the multicellular green alga *Volvox*

Noriko Ueki^{1,2}, Shigeru Matsunaga^{2,3}, Isao Inouye², Armin Hallmann^{1*}

Abstract

Background: The evolution of multicellular motile organisms from unicellular ancestors required the utilization of previously evolved tactic behavior in a multicellular context. Volvocine green algae are uniquely suited for studying tactic responses during the transition to multicellularity because they range in complexity from unicellular to multicellular genera. Phototactic responses are essential for these flagellates because they need to orientate themselves to receive sufficient light for photosynthesis, but how does a multicellular organism accomplish phototaxis without any known direct communication among cells? Several aspects of the photoresponse have previously been analyzed in volvocine algae, particularly in the unicellular alga *Chlamydomonas*.

Results: In this study, the phototactic behavior in the spheroidal, multicellular volvocine green alga *Volvox rousseletii* (Volvocales, Chlorophyta) was analyzed. In response to light stimuli, not only did the flagella waveform and beat frequency change, but the effective stroke was reversed. Moreover, there was a photoresponse gradient



Simulation der Bewegungen von Volvox-Kugeln

Welche Eigenschaften werden bei der Simulation berücksichtigt?

- Volvox sind **nicht** kugel-symmetrisch (Ei-Form)!
Bei der Simulation wird aber eine Kugelform verwendet.
- Zellen sind **unterschiedlich dicht** angeordnet:
Von Nord- zu Südpol nimmt die Dichte zu.
- Zellen haben **unterschiedlich große Augenflecken**: Von Nord- zu Südpol nimmt der Augendurchmesser und somit die Lichtsensibilität ab. (In der Süd-Hemisphäre sind die Zellen praktisch blind)
- Die Augenflecken „schauen“ **tangential** zum Südpol.
Aber in der Süd-Hemisphäre sollen sie ungeordneter sein.
- Die Flagellen bewirken eine **Kraft in Richtung Nordpol**.



Simulation der Bewegungen von Volvox-Kugeln

Welche Eigenschaften werden bei der Simulation berücksichtigt?

- Die Lichtintensität bestimmt die **Schlagstärke**, d. h. je dunkler, desto größer die Kraftwirkung (!).
- Bei der Art *rousseletii* dreht sich die Schlagrichtung der Flagellen bei größerer Lichtintensität um!
- Eine Änderung der Lichtintensität wirkt **verzögert** auf die Kraft.
- Die Kugeln **rotieren** gegen den Uhrzeigersinn aufgrund einer Kraftkomponente der Flagellen in „Ost-West“-Richtung.
Von der Rückseite aus gesehen (Linke-Faust-Regel). Auch bei Dunkelheit.
- Volvox-Kugeln sind **schwerer als Wasser**, sinken also ab.
- Tochterkugeln halten sich vornehmlich in der Südhemisphäre auf und bewirken dadurch ein „**Aufrichten**“ aufgrund der Gravitation.



Simulation der Bewegungen von Volvox-Kugeln

Welche Eigenschaften werden bei der Simulation berücksichtigt?

- Der Lichteinfluss ist abhängig von der **Gewässertiefe**, insbesondere durch die Trübung (Sichttiefe). In welcher Tiefe stellen sich dadurch die Volvox ein?
- Das **Strömungsverhalten** der Flagellen untereinander und der Volvox-Kugel insgesamt ist bei der Simulation nicht berücksichtigt.
- ...



Simulation der Bewegungen von Volvox-Kugeln

Wie wird simuliert ?

- **BASIC-Programm** → Langsam, aber einfach zu programmieren.
- **Die Parameter** haben keine physikalischen Einheiten, sie sind nur relative Größen (meist 0...1), ggf. mit Gewichtungen.
Wo es Daten zu den Parametern gibt, sind sie grob berücksichtigt.

