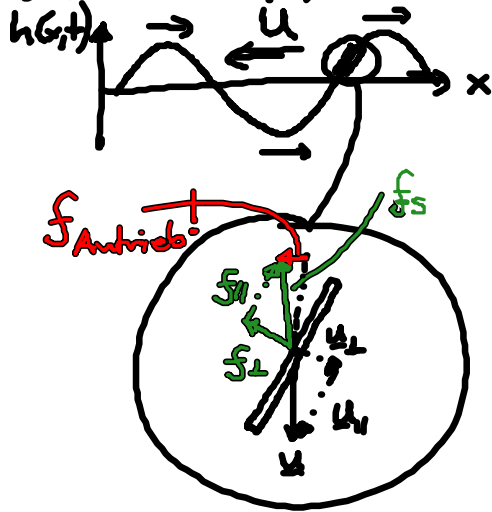


5.2 Realisierungen in der Natur

1. Spermien:

- Schwingungsgeschwindigkeit U ?

Welle: $h(x,t) = b \sin(kx - \omega t)$



mittlere Schwingungsgeschwindigkeit: $T = \frac{2\pi}{\omega}$

$$\int_0^L \langle U \rangle = (\int_{\perp} - \int_{\parallel}) \frac{1}{T} \int_0^T dt \int_0^L \frac{dh}{dt} \frac{dh}{dx} dx \quad (5.4)$$

Reibungskraft
für Bewegung
|| x-Achse

Antriebskraft

mit
(5.3) \rightarrow

$$\langle U \rangle = - \frac{\int_{\perp} - \int_{\parallel}}{2 \int_{\parallel}} \omega k b^2 \quad (5.5)$$

NB: Schwimmen nur mit anisotroper Reibung!

Beweis: s. Übungen

2. E. (scheridica) - Coli - Bakterien / Salmonellen:

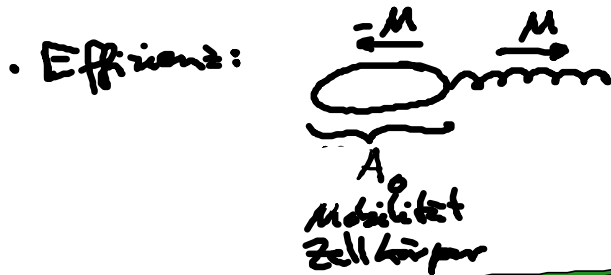
- Bündelrotierender helikaler Flagellen \rightarrow Schubkraft [s. Kap. 4.6c]
- Helix = chirales Objekt \leftrightarrow Rotation = nichtreziproke Bewegung
- Nanorotationsmotor
- "Schlingerbewegung" zur Nahrungssuche: Chemotaxis
- Polymorphismus des helikalen Flagellums
- Modellierung. [vgl. Kap. 4.5c]

Mobilitätsmatrix Helix:
$$\begin{pmatrix} u \\ \Omega \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A & D \\ 0 & B \end{pmatrix} \begin{pmatrix} F \\ M \end{pmatrix} \quad (5.6)$$

Geschw. \swarrow
 \nwarrow Winkelgeschw.

mit $\begin{pmatrix} A & D \\ 0 & B \end{pmatrix}^{-1} = \begin{pmatrix} \kappa & C \\ -C & \beta \end{pmatrix}^{-1} = \frac{1}{\beta\kappa - C^2} \begin{pmatrix} \beta & -C \\ -C & \kappa \end{pmatrix} \quad (5.7)$

Rotationsmotor: $M \neq 0, F = 0 \rightarrow \begin{pmatrix} u \\ \Omega \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} D \\ B \end{pmatrix} M \quad (5.8)$



$$\epsilon = \frac{\text{dissipierte Energie Zellkörper}}{\text{gesamt}} \approx \frac{A_0^{-1} u^2}{B M^2} \approx 1\% \quad (5.9)$$

... Fortbewegung bei kleinen Re ist sehr ineffizient!

3. Parabofftierchen (engl. Paramecium)

4. Opalina

Felder von synchron schlagenden Zilien

\rightarrow metachronale Wellen!

Ursprung: hydrodynam. Wes
(s. Kap. 6)

in der Simulation [s. Folie]

\nwarrow kurze Flagellen,
gleiches Bauprinzip

5. Amöben: Fortbewegung durch Ausstülpungen (Gestaltänderung)

6. Afriton, Trypanosom:
„chiraler Körper“ mit angeheftetem Flagellum
7. Flüssigkeitstransport:
8. Mikrofluidik

5.3 Theoretische Studien

• 2 Möglichkeiten:

(i) „Lernen von der Natur“ = „top-down“-Zugang

= Verständnis der physikal. Mechanismen

(ii) entwickle neue Mechanismen = „bottom-up“-Zugang

berücksichtige Grundprinzipien (5.1)

1. linearer Schwimmer:

2. Rotator

3. „push me pull you“

4. künstl. Anäbe:

Klasse Riemannscher Abbildungen des Einheitskreises

→ optimaler Schwimmer

5. „Squirmen“: (engl: to squirm = sich drehen und winden)