Westfälische
Wilhelms-Universität
Münster

Simulation von Musterbildungsprozessen

wissen.leben
WWU Münster

Christian Engwer

8. Juni 2012

Modell Übungsblatt

vereinfachte Belousov-Zhabotinsky Reaktion:

$$
\begin{aligned}
\frac{\partial a}{\partial t} &= D_a \Delta a + f(a,b) \qquad \text{auf } \Omega \\
\frac{\partial b}{\partial t} &= D_b \Delta b + g(a,b) \qquad \text{auf } \Omega
\end{aligned}
$$

mit

$$
\begin{aligned}
f(a,b) &= 1/\epsilon_0 (w_0 a + w_1 b - a^2) \\
g(a,b) &= w_0 a - b
\end{aligned}
$$

und

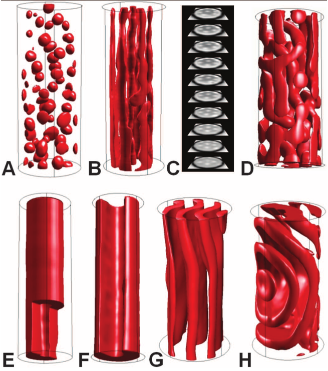
$$
\begin{aligned}
w_0 &= (1.0 - m \cdot b)/(1.0 - mb + \epsilon_1) \\
w_1 &= f(q-a)/(q+a)\,.
\end{aligned}
$$

wissen.leben WWU Münster

3D Muster

Veröffentlicht 2011 in Science von Bangasi et. al.

Experiment



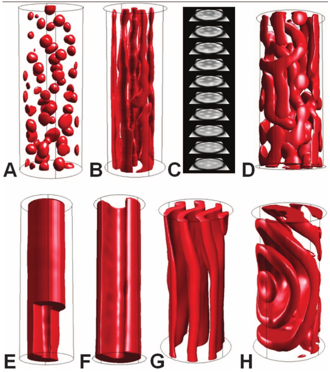
- Belousov-Zhabotinsky Reaktion
- verlangsamte Dynamik in einem Gel
- 3D Aufnahme im CT

wissen.leben
WWU Münster

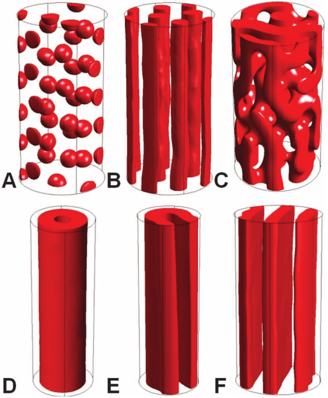
3D Muster

Veröffentlicht 2011 in Science von Bangasi et. al.

Experiment

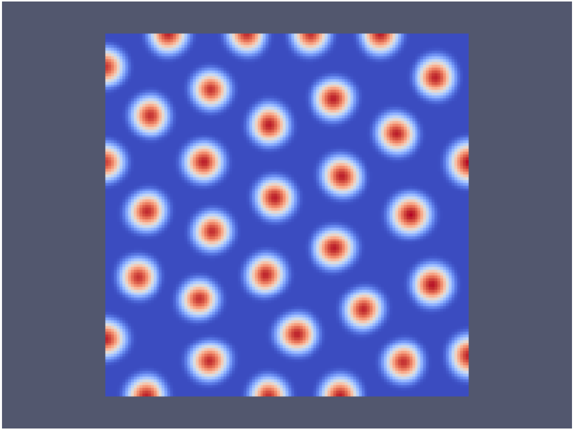


Simulation



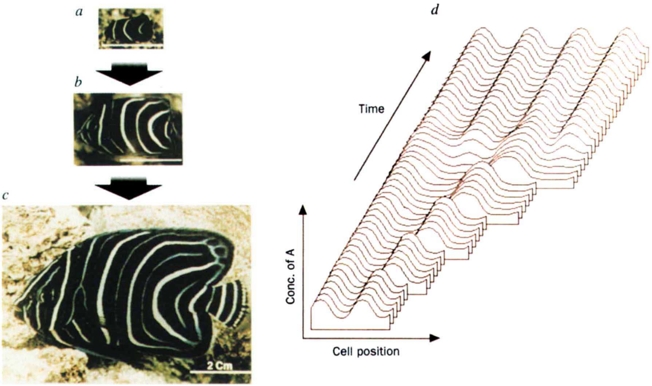
wissen.leben
WWU Münster

Simulationsergebnisse Übung



wissen.leben
WWU Münster

Anglefish



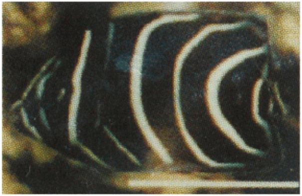
Modell: Kondo, Asai, Letters to Nature 1995

Simulation: Painter, 2000

wissen.leben
WWU Münster

Anglefish

a

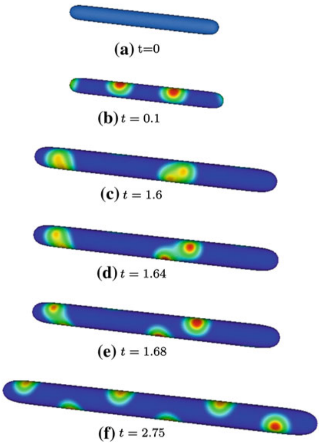


b

Modell: Kondo, Asai, Letters to Nature 1995

Simulation: Painter, 2000

Gebietsabhängige Lösung



Barreira et. al. 2011

FitzHugh-Nagumo Reaktion

$$
\begin{aligned}
\partial_t a &= D_a \Delta a + f(a,b) && \text{in } \Omega = (0,2)^2, \\
\tau \partial_t b &= D_b \Delta b + g(a,b) && \text{in } \Omega, \\
\nabla a \cdot n &= \nabla b \cdot n = 0 && \text{auf } \partial\Omega, \\
a(\cdot, t_0) &= a(\cdot), \\
b(\cdot, t_0) &= b(\cdot),
\end{aligned}
$$

mit $f(a,b) = \lambda a - a^3 - \sigma b - \kappa$

und $g(a,b) = a - b$

FitzHugh-Nagumo Reaktion

- Veröffentlicht 1955
- Prototyp eines anregbaren Systems
- Ursprünglich reines Reaktionssystem
- Vorgeschlagen zur Modellierung von Nervenzellen
- vereinfachte Version des Hodgkin-Huxley-Modell

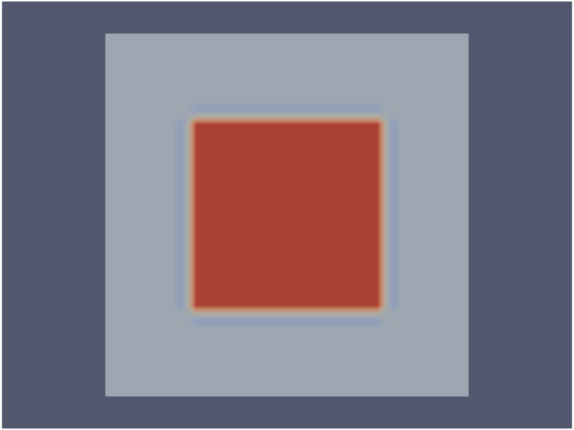
wissen.leben
WWU Münster

Periodische Lösung

- $D\_a = 0.00028$
- $D\_b = 0.005$
- $\lambda = 1.0$
- $\sigma = 1.0$
- $\kappa = -0.05$
- $\tau = 0.1$

Periodische Lösung

binäre Startlösung



Periodische Lösung

Zufällige Startlösung