

English summary

4.1 Coherence resonance (continued)

• fundamentals of stochastic processes:

Langevin equation: $m \dot{x} = -\underbrace{\eta x}_{\text{friction}} + \underbrace{\xi(t)}_{\text{noise}}$

e.g. Brownian motion

Stochastic differential equation: $dx_t = \underbrace{\Theta(\mu - x_t)}_{\substack{\text{change} \\ \text{(displacement)}}} dt + \underbrace{\sigma}_{\substack{\text{volatility} \\ \text{noise}}} dW_t$

Annotations: μ (return rate), σ (long-term mean), dW_t (stochastic process / random variable of Wiener process)

Wiener process: $W_0 = 0$, $W_t - W_s \sim N(0, t-s)$

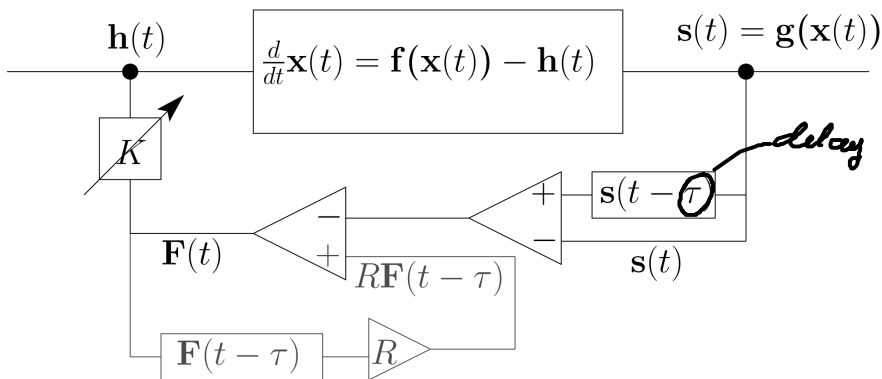
Gaussian white noise: $\langle \xi(t) \rangle = 0$
 $\langle \xi(t) \xi(t') \rangle = \delta(t-t')$ uncorrelated

autocorrelation function: $\psi(\tau) = \langle (x(t) - \langle x \rangle) \overbrace{(x(t-\tau) - \langle x \rangle)}^{\text{shifted time series}} \rangle$

power spectral density: $S(\omega) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \langle x(t) x(t+\tau) \rangle e^{i\omega\tau} d\tau$

Wiener-Khinchin theorem: $S(\omega) \hat{=} \text{Fourier transform of } \psi(\tau)$

4.2 Time-delayed feedback



invented for chaos control

$$\dot{x} = f(x) - K (s(t) - s(t-\tau))$$

function of x
 applied to SNIPER model
 \Rightarrow enhancement of correlation time
 \Rightarrow stronger coherence resonance

5. Dynamik gekoppelter Elemente

5.1 Kontrolle rauschinduzierter Oszillationen

5.2 Kontrolle zeitverzögert gekoppelter Neuronen (Kein Rauschen)

5.3 Synchronisation / Desynchronisation

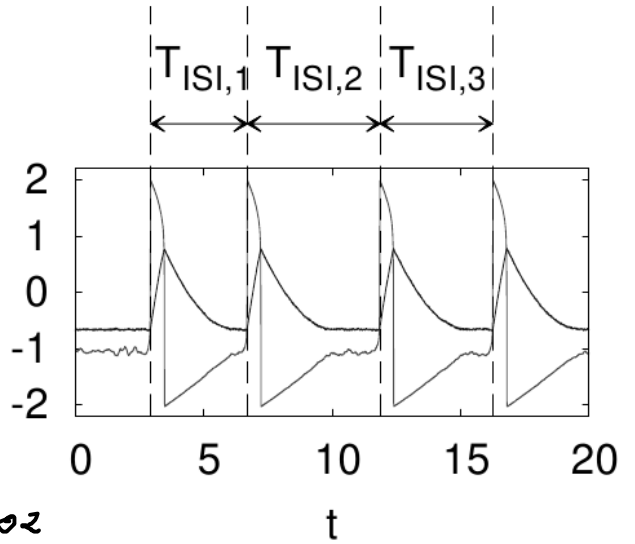
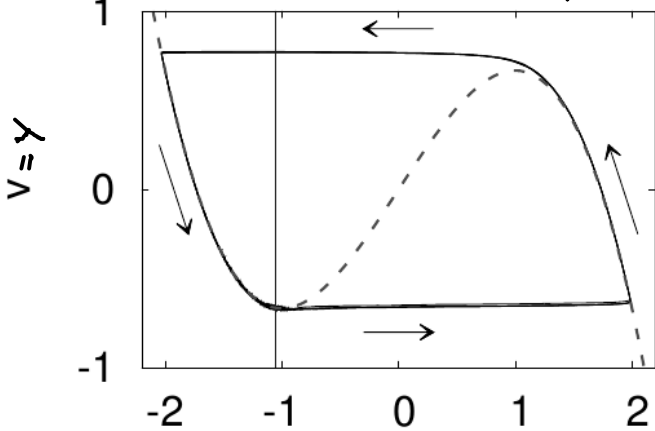
5.4 Dynamik auf leipivischen Netzen

5.1 Kontrolle rauschinduzierter Oszillationen gekoppelter Neuronen

Beispiel System: Fitzhugh-Nagumo-Modell ($i=1, \dots, N$)

$$\left. \begin{aligned} \epsilon \dot{x}_i &= x_i - \frac{x_i^3}{3} - y_i \\ \dot{y}_i &= x_i + a_i \end{aligned} \right\} + \text{Kopplg} + \text{Kontrolle} + \text{Rauschen}$$

Einzelnes / isoliertes FHN-System



$a = 1.05, \epsilon = 0.005, u = x, \text{Rauschen: } D = 0.02$

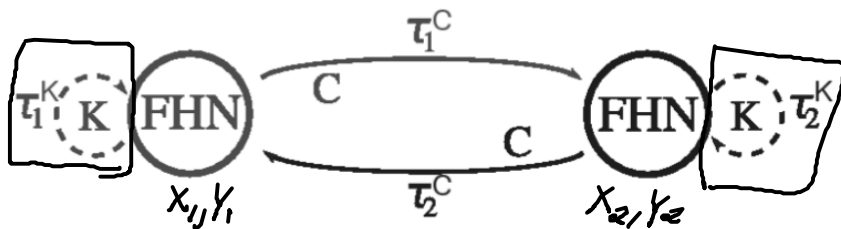
Zusätzlich: Kopplg + Rauschen + Rückkopplungskontrolle

$$\epsilon_1 \dot{x}_1 = x_1 - \frac{x_1^3}{3} - y_1 + \boxed{C(x_2 - x_1)},$$

$$\dot{y}_1 = x_1 + a + \boxed{D_1 \xi_1(t)},$$

$$\epsilon_2 \dot{x}_2 = x_2 - \frac{x_2^3}{3} - y_2 + \boxed{C(x_1 - x_2)},$$

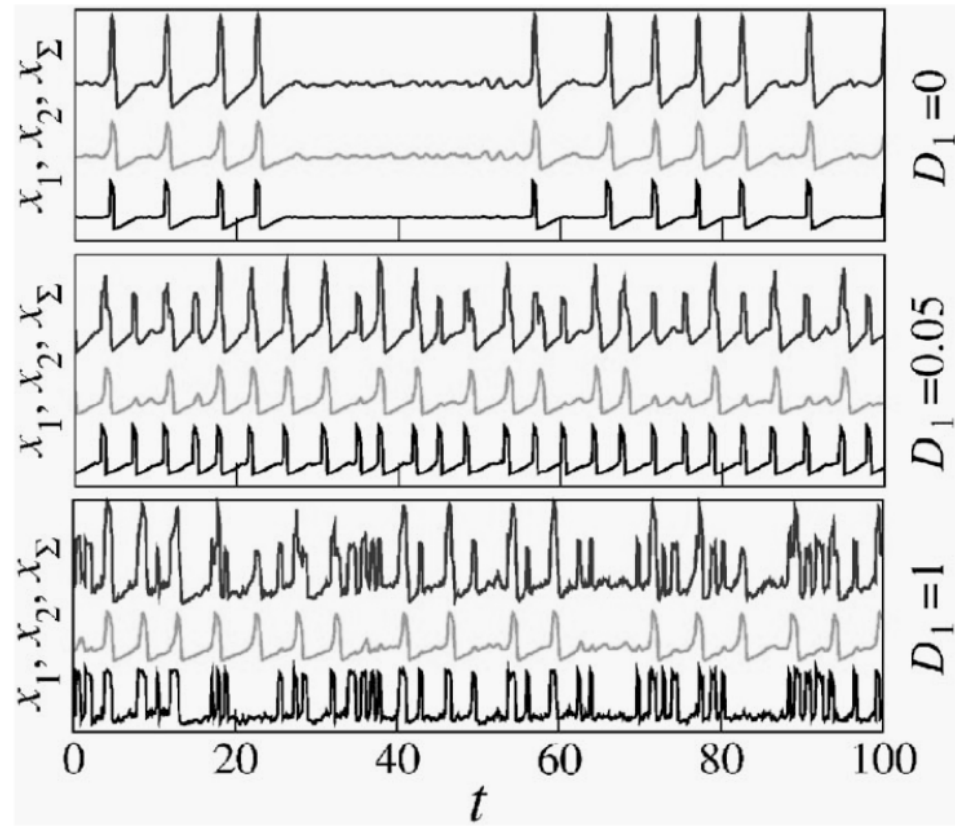
$$\dot{y}_2 = x_2 + a + \boxed{D_2 \xi_2(t)},$$



PHYSICAL REVIEW E 74, 051906 (2006)

Noise-induced cooperative dynamics and its control in coupled neuron models

B. Hauschildt,^{1,*} N. B. Janson,^{2,†} A. Balanov,^{1,3,‡} and E. Schöll^{1,§}

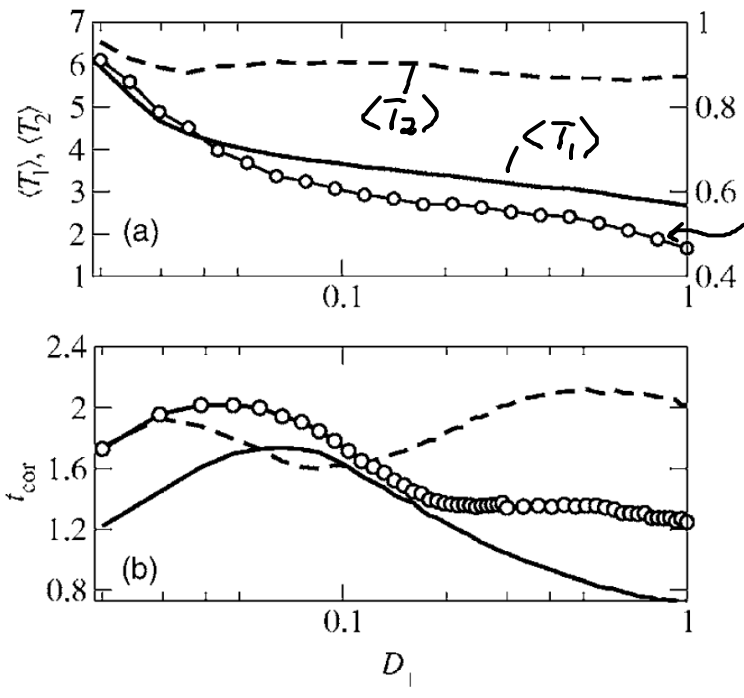


$a=1,05$, $\epsilon_1=0,005$, $\epsilon_2=0,1$
 unterschiedliche
 intrinsische Zeitskale

$c=0,07$, $D_2=0,09$

Wechselseitige Anregung der
 beiden Systeme über die
 Kopplung

(abhängig von D_1, D_2
 und
 Kopplungsparametern)



Verhältnis der mittleren
 interspike-Intervalle

Kohärenzresonanz
 quantifiziert durch
 Korrelationszeit t_{cor}
 (→ siehe Kapitel 4)

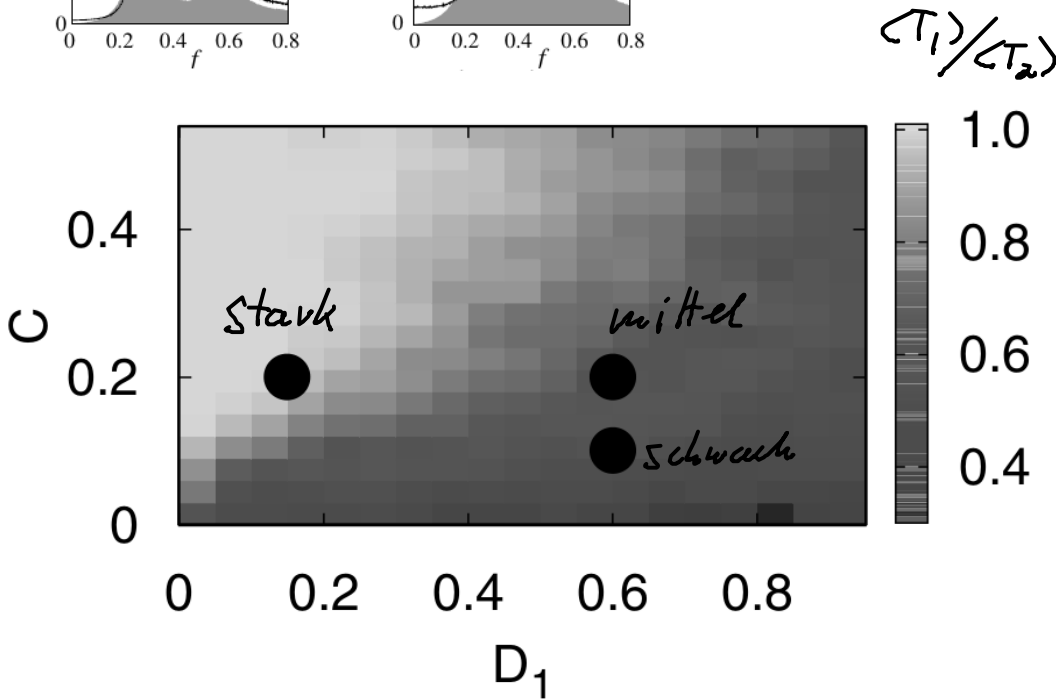
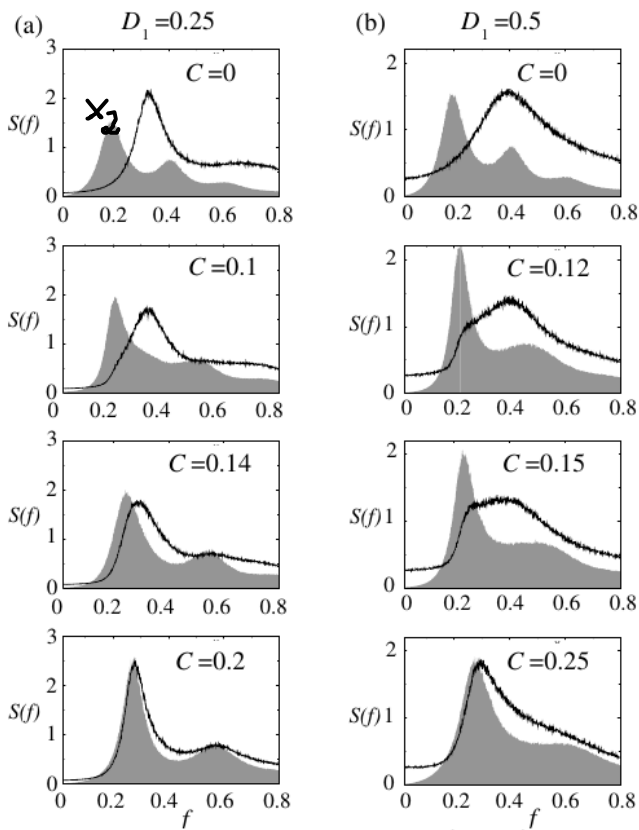
FIG. 3. Time scales and coherence of noise-induced oscillations in two coupled FitzHugh-Nagumo systems, Eqs. (1) and (2), vs D_1 at $C=0.07$. (a) Average ISIs $\langle T_1 \rangle$ (solid line), $\langle T_2 \rangle$ (dashed line), and their ratio (circles). (b) Correlation time t_{cor} obtained from x_1 (solid line), x_2 (dashed line), and x_Σ (circles). See text for details.

Fourier-Transformation von x_1, x_2
 \Rightarrow Spektrum

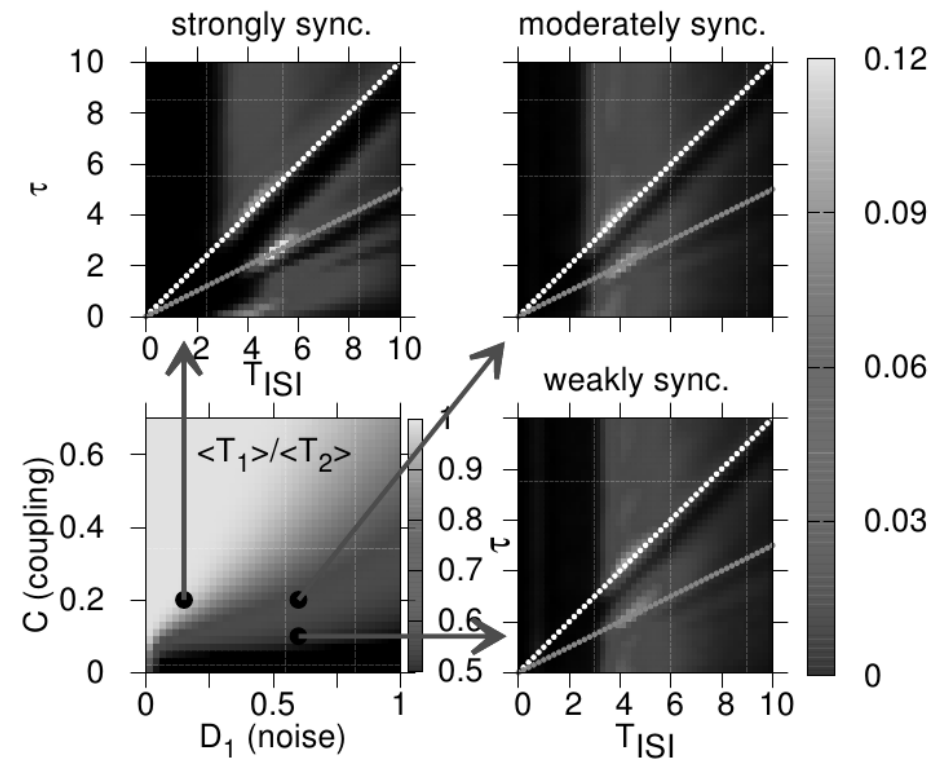
Dynamische Effekte:

(a) Frequency Locking
 (Einfluss auf gemeinsame mittlere Frequenz)

(b) Frequenzunterdrückung bei x_1



$\langle T_1 \rangle / \langle T_2 \rangle \approx 1$
 \Rightarrow Frequenzsynchronisation
 Stärke der Synchronisation
 ist abhängig von der
 Kopplungsstärke C und
 Rauschintensität D_1
 ($D_2 = 0.03$)



ISI distribution

Zeitverzögernde Rückkopplung

im 1. Element



\Rightarrow Unterscheidung von Zeitskala durch geeignete Wahl der Verzögerungszeit.

T_{ISI} etwas größer als τ werden um das zu tun.

Anregung kurz nach der Selbstanregung durch Rückkopplung nicht möglich

