

Briefe an die Redaktion

Monatsspektrum

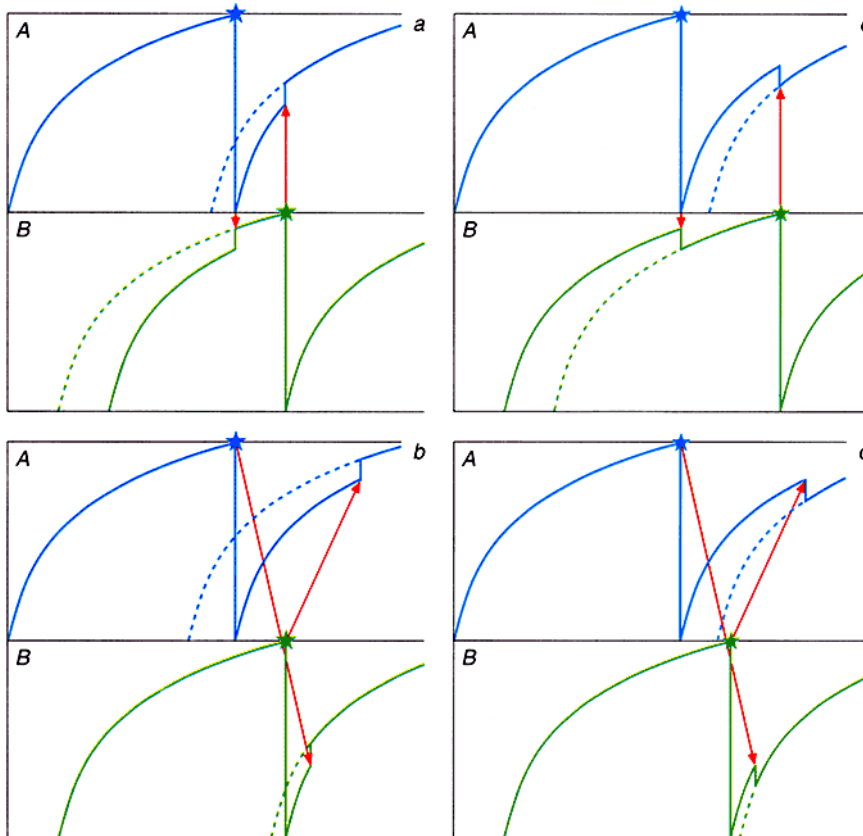
(Mai 1992)

Der Beitrag „Ein mathematisches Modell für das Liebeswerben der Glühwürmchen“ von Christoph Pöppe berichtet über ein interessantes Konzept, das eine Reihe natürlicher Synchronisationsphänomene mit Hilfe von Schwellenwertelementen erklärt. Ergänzend sei angemerkt, daß derzeit in der Hirnforschung

synchrone Nervenaktivität als mögliche Kennzeichnung zusammengehöriger Signale diskutiert wird (vergleiche „Das Problem des Bewußtseins“ von Francis Crick und Christof Koch, Spektrum der Wissenschaft, November 1992). Unsere Untersuchungen über Minimalbedingungen für die Erzeugung synchroner Impulse in Ketten aus Modell-Nervenzellen, also impuls erzeugenden Schwellenwertelementen, bestätigen die Feststel-

lung des Autors, daß Synchronisation aufgrund der geschilderten Mechanismen „so gut wie unvermeidlich“ ist. Dies gilt aber nicht, wenn die erregenden Kopplungen zwischen den Elementen mit Verzögerungszeiten behaftet sind, was physikalisch unvermeidbar ist. In dem zitierten Modell von Renato E. Mirollo und Steven H. Strogatz ist diese wesentliche Randbedingung nicht berücksichtigt. Robuste Synchronisation ist jedoch auch in Fällen mit solchen Verzögerungen möglich, wenn man hemmende Kopplungen annimmt (Bild).

Dipl.-Phys. Alfred Nischwitz
Lehrstuhl für Nachrichtentechnik,
Technische Universität München;
Dr.-Ing. Helmut Glünder
Institut für medizinische Psychologie
Ludwig-Maximilians-Universität,
München.



Im Glühwürmchen-Modell läßt sich der von Nischwitz und Glünder beschriebene Effekt wie folgt illustrieren. Bild a zeigt die von Mirollo und Strogatz beschriebene Situation: Leuchtkäfer A (oben, blaue Linie) akkumuliert Leuchtstoff mit abnehmender Rate; beim Erreichen des Schwellenwerts sendet er einen Lichtblitz aus und verbraucht dadurch seinen gesamten Leuchtstoff. Der in seiner Phase nacheilende Leuchtkäfer B (unten, grüne Linie) reagiert darauf ohne Zeitverzögerung mit einem Anwachsen seines Leuchtstoffvorrats um eine konstante Menge; dadurch ist sein Zustand so, als hätte er eine gewisse Zeit früher bei null angefangen (gestrichelte Linie). Der Lichtblitz, den B wenig später aussendet, stellt As Uhr ebenfalls vor, aber um einen geringeren Betrag. Im Effekt nähern sich die Phasen beider

Leuchtkäfer einander an. Wenn jedoch durch den unvermeidlichen Zeitverzug bei der Signalverarbeitung B erst auf As Signal reagiert, nachdem er selbst geblitzt hat, ist sein Zeitgewinn geringer als der von A, und die Synchronisation verschlechtert sich (b). Genau umgekehrt liegen die Verhältnisse, wenn in Reaktion auf den Empfang eines Lichtblitzes die Leuchtstoffmenge nicht erhöht, sondern um einen konstanten Betrag vermindert wird (hemmende Kopplung): Hier erleidet B durch As unverzögert empfangenen Lichtblitz einen größeren Zeitverlust als umgekehrt A, wodurch sich dessen Vorsprung vergrößert (c). Wenn aber B noch Zeit hat, selbst zu blitzen, bevor ihn die Wirkung von As Blitz trifft, dann kann er A eine längere Zeit aufhalten, als er selbst verliert, und die Phasen nähern sich einander an (d).