

Seminar SS10

Nichtlineare Dynamik mit Zeitverzögerung (delay differential equations)

Ort: EW 731

Zeit: Dienstag, 16:00 Uhr (s.t.)

Das Seminar gibt Einblicke in aktuelle Forschung aus der Arbeitsgruppe Nichtlineare Dynamik und Kontrolle. Es ist für Studierende, die Interesse an einer Diplom-, Master- oder Bachelorarbeit bei uns haben, besonders zu empfehlen.

Studierende, die einen Seminarschein erlangen wollen, sind uns herzlich willkommen. Vortragsthemen können schon vor Beginn der Veranstaltung vergeben werden (bitte dafür an einen der Ansprechpartner wenden). Alternativ werden noch freie Vortragsthemen in der Einführungsveranstaltung am 13.04.2010 vergeben. Die Vorträge können wahlweise auf Englisch oder Deutsch gehalten werden.

In nichtlinearen Systemen fern vom thermodynamischen Gleichgewicht können sich selbstorganisierte raum-zeitliche Muster, sowie chaotische oder rauschinduzierte Szenarien ausbilden. Ein Ziel der aktuellen Forschung auf diesem Gebiet ist die Beeinflussung und Kontrolle der nichtlinearen raum-zeitlichen Dynamik.

In diesem Semester steht die nichtlineare Dynamik unter dem Einfluss von zeitlicher Retardierung, die durch Delay-Differenzialgleichungen $\dot{z}(t) = F(z(t)) + G(z(t - \tau))$ beschrieben wird, im Mittelpunkt des Seminars. Solche Zeitverzögerungen sind weit verbreitet in ganz verschiedenartigen Systemen, z.B. in mechanischen Systemen mit Trägheit, in elektronischen Systemen mit kapazitiven Schaltelementen oder Latenzzeiten, in optischen Systemen aufgrund der Signallaufzeiten, in biologischen Systemen mit Gedächtniseffekten und in komplexen Systemen in Wirtschaft, sozialen oder ökologischen Netzwerken. Wir konzentrieren uns besonders auf Anwendungen aus dem Bereich Laser und neuronaler Dynamik des Gehirns, sowie auf komplexe Netzwerke. Durch die Zeitverzögerung wird die Differenzialgleichung unendlich dimensional, und komplexe Bifurkationsszenarien, delay-induzierte Instabilitäten und Multistabilitäten können einerseits induziert werden. Andererseits können durch zeitverzögerte Rückkopplung auch Instabilitäten und Chaos unterdrückt werden (Chaoskontrolle).

Zeitplan

Vorträge, die mit einem ☉ bezeichnet sind, können von Studierenden gehalten werden, die einen Seminarschein benötigen.

Datum	Titel	Vortragender	Betreuer
• 13.04.10	<i>Vorbesprechung und Einführung</i>	E. Schöll	
• 20.04.10	<i>Grundlagen von Delay-Gleichungen anhand von Beispielen.</i>	C. Otto	
☉ 27.04.10	<i>Lineare Stabilitätsanalyse: Zeitverzögerte Rückkopplungskontrolle von Fixpunkten</i> [HOE05, YAN06, DAH07, DAH08b, GJU08]	D. Rosin	T. Dahms
• 04.05.10	<i>Zeitverzögerte Rückkopplungskontrolle von periodischen Orbits, Odd-Number Limitation und Anwendungen auf Laser</i> [PYR92, SOC94, JUS97, NAK97, FIE07a]	V. Flunkert	
• 11.05.10	<i>Chaos and Applications in Semiconductor Lasers.</i>	J. Ohtsubo	
☉ 18.05.10	<i>Zero Lag Synchronisation in chaotischen Systemen mit zeitverzögerter Kopplung</i> [ENG10]		N. Majer
☉ 25.05.10	<i>Bubbling in zeitverzögert gekoppelten Lasern</i> [FLU09]		V. Flunkert
☉ 01.06.10	<i>Laser-Netzwerke mit zeitverzögerter Kopplung</i> [DAH10]		T. Dahms
☉ 08.06.10	<i>Anwendung zeitverzögerter Rückkopplungskontrolle zur Steuerung komplexer Roboterbewegungen</i> [STE10, MER10, SCH10]		P. Hövel
☉ 15.06.10	<i>Dynamik zweier zeitverzögert gekoppelter Neuronen</i> [HAU06, SCH08, DAH08c, HOE09]	R. Buchholz	K. Lüdge
☉ 22.06.10	<i>Leading order expansion in neural systems</i> [ERN09x, ERN08x, ERN08y]		K. Lüdge
• 29.06.10	<i>Neuronale Wellen auf gekrümmten Oberflächen</i>	F. Kneer	
☉ 06.07.10	<i>Einfluss von Delay und Rauschen auf die Dynamik im Gehirn</i> [DEC09]		R. Aust
13.07.10			

Literaturverzeichnis

- [ATA10] F. M. Atay (Editor): *Complex Time-Delay Systems*, Understanding Complex Systems (Springer, Berlin Heidelberg, 2010).
- [DAH07] T. Dahms, P. Hövel, and E. Schöll: *Control of unstable steady states by extended time-delayed feedback*, Phys. Rev. E **76**, 056201 (2007).
- [DAH08b] T. Dahms, P. Hövel, and E. Schöll: *Stabilizing continuous-wave output in semiconductor lasers by time-delayed feedback*, Phys. Rev. E **78**, 056213 (2008).
- [DAH08c] M. A. Dahlem, G. Hiller, A. Panchuk, and E. Schöll: *Dynamics of delay-coupled excitable neural systems*, Int. J. Bifur. Chaos **19**, 745–753 (2009).
- [DAH10] T. Dahms and E. Schöll: *Zero-lag and alternating antiphase synchronization in delay-coupled laser networks*, (2010), in preparation.
- [DEC09] G. Deco, V. K. Jirsa, A. R. McIntosh, O. Sporns, and R. Kötter: *Key role of coupling, delay, and noise in resting brain fluctuations*, Proc. Natl. Acad. Sci. **106**, 10302–10307 (2009).
- [ENG10] A. Englert, W. Kinzel, Y. Aviad, M. Butkovski, I. Reidler, M. Zigzag, I. Kanter, and M. Rosenbluh: *Zero lag synchronization of chaotic systems with time delayed couplings* (2010).
- [ERN08x] T. Erneux: *Coupled FHN oscillators close to the singular hopf bifurcation* (2008), unpublished notes.
- [ERN08y] T. Erneux: *Echo waves for two FHN excitable systems coupled with delay* (2008), unpublished notes.
- [ERN09x] T. Erneux: *Two excitable FHN oscillators coupled by a negative delayed feedback* (2009), private communication.
- [FIE07a] B. Fiedler, V. Flunkert, M. Georgi, P. Hövel, and E. Schöll: *Beyond the odd number limitation of time-delayed feedback control*, in *Handbook of Chaos Control*, edited by E. Schöll and H. G. Schuster (Wiley-VCH, Weinheim, 2008), pp. 73–84, Second completely revised and enlarged edition.
- [FLU09] V. Flunkert, O. D’Huys, J. Danckaert, I. Fischer, and E. Schöll: *Bubbling in delay-coupled lasers*, Phys. Rev. E **79**, 065201 (R) (2009).
- [GJU08] A. Gjurchinovski and V. Urumov: *Stabilization of unstable steady states by variable delay feedback control*, Europhys. Lett. **84**, 40013 (2008).
- [HAU06] B. Hauschildt, N. B. Janson, A. G. Balanov, and E. Schöll: *Noise-induced cooperative dynamics and its control in coupled neuron models*, Phys. Rev. E **74**, 051906 (2006).

- [HOE05] P. Hövel and E. Schöll: *Control of unstable steady states by time-delayed feedback methods*, Phys. Rev. E **72**, 046203 (2005).
- [HOE09] P. Hövel, M. A. Dahlem, and E. Schöll: *Control of synchronization in coupled neural systems by time-delayed feedback*, Int. J. Bifur. Chaos (in print) (2010), (arxiv:0809.0819v1).
- [JUS97] W. Just, T. Bernard, M. Ostheimer, E. Reibold, and H. Benner: *Mechanism of time-delayed feedback control*, Phys. Rev. Lett. **78**, 203 (1997).
- [JUS09] W. Just, A. Pelster, M. Schanz, and E. Schöll: *Delayed complex systems*, Phil. Trans. R. Soc. A **368** (2010), Theme Issue, pp.301-513.
- [MER10] Z. Merali: *Robotic roach creates order from chaos*, Nature (2010).
- [NAK97] H. Nakajima: *On analytical properties of delayed feedback control of chaos*, Phys. Lett. A **232**, 207 (1997).
- [PYR92] K. Pyragas: *Continuous control of chaos by self-controlling feedback*, Phys. Lett. A **170**, 421 (1992).
- [SCH08] E. Schöll, G. Hiller, P. Hövel, and M. A. Dahlem: *Time-delayed feedback in neurosystems*, Phil. Trans. R. Soc. A **367**, 1079–1096 (2009).
- [SCH10] E. Schöll: *Chaos control sets the pace*, Nature Physics **6**, 161–162 (2010).
- [SOC94] J. E. S. Socolar, D. W. Sukow, and D. J. Gauthier: *Stabilizing unstable periodic orbits in fast dynamical systems*, Phys. Rev. E **50**, 3245 (1994).
- [STE10] S. Steingrube, M. Timme, F. Wörgötter, and P. Manoonpong: *Self-organized adaptation of a simple neural circuit enables complex robot behaviour*, Nature Physics **published online** (2010), 10.1038/nphys1508.
- [YAN06] S. Yanchuk, M. Wolfrum, P. Hövel, and E. Schöll: *Control of unstable steady states by long delay feedback*, Phys. Rev. E **74**, 026201 (2006).