

# Seminar WS11

## Nonlinear Laser Dynamics

**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 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 18.10.2011 vergeben. Die Vorträge können wahlweise auf Englisch oder Deutsch gehalten werden.

In diesem Semester steht die nichtlineare Dynamik von Lasern und Laser-Netzwerken im Mittelpunkt des Seminars. Durch ihre stark nichtlinearen Eigenschaften spielen Laser eine entscheidende Rolle einerseits als Modellsysteme für das Gebiet der nichtlinearen Dynamik, andererseits als vielseitig einsetzbare kontrollierbare Bauelemente in der optischen Datenübertragung. Betrachtet man den Laser nicht als einzelnes System, sondern z.B. mit optischer Rückkopplung, optischer Injektion, oder zusammengesetzt zu Laser-Netzwerken, ergeben sich vielfältige komplexe Phänomene, die teilweise auch bereits ihren Weg in industrielle Anwendungen gefunden haben. Beispiele wären hier die Erzeugung kurzer Pulse durch Modenkopplung oder die Stabilisierung von Laserlicht durch optische Injektion.

Das Seminar ergänzt die Vertiefungsvorlesung "Theoretische Physik VI: Nichtlineare Dynamik und Kontrolle" (E. Schöll/K. Lüdge, Do + Fr 10-12 Uhr, Raum EW 203), kann aber auch unabhängig davon besucht werden.

### Bücher und Review-Artikel

- [COL95] L. A. Coldren and S. W. Corzine: *Diode Lasers and Photonic Integrated Circuits* (John Wiley and Sons, New York, 1995).
- [ERN10b] T. Erneux and P. Glorieux: *Laser Dynamics* (Cambridge University Press, UK, 2010).
- [HAK85] H. Haken: *Light, Vol. 2* (North-Holland, Amsterdam, 1985).
- [LUE11b] K. Lüdge: *Nonlinear Laser Dynamics - From Quantum Dots to Cryptography* (WILEY-VCH, Weinheim, 2011).
- [TAR95a] G. H. M. van Tartwijk and D. Lenstra: *Semiconductor laser with optical injection and feedback*, *Quantum Semiclass. Opt.* **7**, 84 (1995).
- [WIE05] S. Wiczorek, B. Krauskopf, T. Simpson, and D. Lenstra: *The dynamical complexity of optically injected semiconductor lasers*, *Phys. Rep.* **416**, 1–128 (2005).

DATUM	TITEL	VORTRAGENDER	BETREUER
• 18.10.	<i>Vorbesprechung und Einführung</i>	E. Schöll	
⊙ 25.10.	<i>Solitary lasers - Modelling</i> [HAK85, COL95, LUE11a]		KL
• 1.11.	<i>Time domain travelling wave model for optoelectronic Quantum-Dot optical amplifiers</i>	M.Gioannini M.Rossetti	
• 8.11.	<i>Gradient Adaption for Delayed Predictive Feedback Chaos Control</i>	C. Bick	
⊙ 15.11.	<i>QD laser with optical feedback</i> [OTT10, OTT12]	Natalie Busch	RA
• 22.11.	fällt aus		
• 29.11.	<i>Dynamical properties of neural networks (Sfb 910)</i>	A. Politi	
• 6.12.	<i>Synchrony in neural networks with delay</i>	J. Pardowitz	
• 13.12.	<i>Cascading Failures on the Banking Network-Topology, Dynamics and Stability</i>	Max Thess	
⊙ 3.1.	<i>Laser subjected to optical feedback and noise – noise induced oscillations</i> [ALB11, HEI03a, FLU07]	Konstantin Schaar	TI
• 10.1.	<i>Quantum dot laser with optical injection</i> [OLE10, GOU07, WIE05, LUE09]	Benjamin Lingnau	
• 17.1.	<i>Multisection laser with electro-optical modulators</i> [CAL09, ROS11a]	Miriam Wegert	
⊙ 24.1.	<i>Bistability in an injection locked two color laser with dual injection</i> [HEI11a, OSB09]	Dirk Ziemann	BL
⊙ 31.1.	<i>Delay model for mode locking in semiconductor lasers</i> [FLU09, DAH10, HIC11]	Mario Teßmann	CO
⊙ 7.2.	<i>Complex networks based on coupled twomode lasers</i> [AMA11, DAH11b]		NH
⊙ 14.2.	<i>Coupled laser systems - Synchronization</i> [VLA05, VIK06, FIO10]	Paul Geffert	JL

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

## Ansprechpartner

<b>ES</b>	Prof. Dr. Ekehard Schöll, PhD		
<b>TD</b>	Dr. Thomas Dahms	<b>NH</b>	Niklas Hübel
<b>KL</b>	Dr. Kathy Lüdge	<b>RA</b>	Roland Aust
<b>JL</b>	Judith Lehnert	<b>CO</b>	Christian Otto
<b>BL</b>	Benjamin Lingnau	<b>MW</b>	Miriam Wegert
<b>TI</b>	Thomas Isele	<b>NM</b>	Niels Majer

## Literatur zu den Vorträgen

- [ALB11] F. Albert, C. Hopfmann, S. Reitzenstein, C. Schneider, S. Höfling, L. Worschech, M. Kamp, W. Kinzel, A. Forchel, and I. Kanter: *Observing chaos for quantum-dot microlasers with external feedback*, Nature Communications **2**, 366 (2011).
- [AMA11] A. Amann: *Complex networks based on coupled twomode lasers*, in *Nonlinear Laser Dynamics - From Quantum Dots to Cryptography*, edited by K. Lüdge (WILEY-VCH Weinheim, 2011).
- [CAL09] K. E. Callan, L. Illing, Z. Gao, D. J. Gauthier, and E. Schöll: *Broadband chaos generated by an opto-electronic oscillator*, Phys. Rev. Lett. **104**, 113901 (2010).
- [COL95] L. A. Coldren and S. W. Corzine: *Diode Lasers and Photonic Integrated Circuits* (John Wiley and Sons, New York, 1995).
- [DAH10] T. Dahms, V. Flunkert, F. Henneberger, P. Hövel, S. Schikora, E. Schöll, and H. J. Wünsche: *Noninvasive optical control of complex semiconductor laser dynamics*, Eur. Phys. J. ST **191**, 71 (2010).
- [DAH11b] T. Dahms: *Synchronization in Delay-Coupled Laser Networks*, Ph.D. thesis, Technische Universität Berlin (2011).
- [FIO10] G. Fiol, D. Arsenijević, D. Bimberg, A. G. Vladimirov, M. Wolfrum, E. A. Viktorov, and P. Mandel: *Hybrid mode-locking in a 40 ghz monolithic quantum dot laser*, Appl. Phys. Lett. **96**, 011104 (2010).
- [FLU07] V. Flunkert and E. Schöll: *Suppressing noise-induced intensity pulsations in semiconductor lasers by means of time-delayed feedback*, Phys. Rev. E **76**, 066202 (2007).
- [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).
- [GOU07] D. Goulding, S. P. Hegarty, O. Rasskazov, S. Melnik, M. Hartnett, G. Greene, J. G. McInerney, D. Rachinskii, and G. Huyet: *Excitability in a quantum dot semiconductor laser with optical injection*, Phys. Rev. Lett. **98**, 153903 (2007).

- [HAK85] H. Haken: *Light, Vol. 2* (North-Holland, Amsterdam, 1985).
- [HEI03a] T. Heil, I. Fischer, W. Elsässer, B. Krauskopf, K. Green, and A. Gavrielides: *Delay dynamics of semiconductor lasers with short external cavities: Bifurcation scenarios and mechanisms*, Phys. Rev. E **67**, 066214 (2003).
- [HEI11a] P. Heinrich, B. Wetzels, S. O'Brien, A. Amann, and S. Osborne: *Bistability in an injection locked two color laser with dual injection*, Appl. Phys. Lett. **99**, 011104 (2011).
- [HIC11] K. Hicke, O. D'Huys, V. Flunkert, E. Schöll, J. Danckaert, and I. Fischer: *Mismatch and synchronization: Influence of asymmetries in systems of two delay-coupled lasers*, Phys. Rev. E **83**, 056211 (2011).
- [LUE09] K. Lüdge and E. Schöll: *Quantum-dot lasers – desynchronized nonlinear dynamics of electrons and holes*, IEEE J. Quantum Electron. **45**, 1396–1403 (2009).
- [LUE11a] K. Lüdge: *Modeling Quantum Dot based Laser Devices*, in *Nonlinear Laser Dynamics - From Quantum Dots to Cryptography*, edited by K. Lüdge (WILEY-VCH Weinheim, Weinheim, 2011), chapter 1, pp. 3–34, chap. 1, pp. 3-34.
- [OLE10] L. Olejniczak, K. Panajotov, H. Thienpont, and M. Sciamanna: *Self-pulsations and excitability in optically injected quantum-dot lasers: Impact of the excited states and spontaneous emission noise*, Phys. Rev. A **82**, 023807 (2010).
- [OSB09] S. Osborne, A. Amann, K. Buckley, G. Ryan, S. P. Hegarty, G. Huyet, and S. O'Brien: *Antiphase dynamics in a multimode semiconductor laser with optical injection*, Phys. Rev. A **79**, 023834 (2009).
- [OTT10] C. Otto, K. Lüdge, and E. Schöll: *Modeling quantum dot lasers with optical feedback: sensitivity of bifurcation scenarios*, phys. stat. sol. (b) **247**, 829 (2010).
- [OTT12] C. Otto, B. Globisch, K. Lüdge, E. Schöll, and T. Erneux: *Complex dynamics of semiconductor quantum dot lasers subject to delayed optical feedback*, Int. J. Bif. Chaos **accepted** (2012), submitted.
- [ROS11a] D. P. Rosin, K. E. Callan, D. J. Gauthier, and E. Schöll: *Pulse-train solutions and excitability in an optoelectronic oscillator*, Europhys. Lett. **96**, 34001 (2011).

- [VIK06] E. A. Viktorov, P. Mandel, A. G. Vladimirov, and U. Bandelow: *Model for mode locking of quantum dot lasers*, Appl. Phys. Lett. **88**, 201102 (2006).
- [VLA05] A. G. Vladimirov and D. Turaev: *Model for passive mode locking in semiconductor lasers*, Phys. Rev. A **72**, 033808 (2005).
- [WIE05] S. Wieczorek, B. Krauskopf, T. Simpson, and D. Lenstra: *The dynamical complexity of optically injected semiconductor lasers*, Phys. Rep. **416**, 1–128 (2005).