

Seminar zum Wahlfach Nichtlineare Physik

Prof. Dr. W. Lange
Dr. M. Möller
Dr. T. Ackemann

Institut für Angewandte Physik
Do, 11-13, SR AP
Vorbesprechung: 19.10.00, 11c.t.

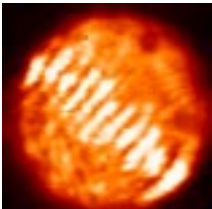
Nichtlineare Dynamik in Lasersystemen

In diesem Seminar werden die dynamischen Eigenschaften von Lasersystemen in typischen Betriebssituationen behandelt. Die analysierten Phänomene sind für Selbstorganisationsprozesse in nichtlinearen Oszillatoren exemplarisch. Konsequenzen und Verbesserungsmöglichkeiten für technisch eingesetzte Systeme werden diskutiert.

Maxwell-Bloch-Gleichungen:

Die Maxwell-Bloch Gleichungen liefern eine übergeordnete Beschreibung vieler Lasersysteme jenseits der Ratengleichungsnäherung. Sie ermöglichen eine selbstkonsistente Bestimmung der Laserfrequenz ("Frequenz-Ziehen").

$$\begin{aligned} \frac{dE}{dt} &= -(\kappa - i\Omega)E + \kappa P + ia\nabla_{\perp}^2 \\ \frac{dP}{dt} &= -P + NE \\ \frac{dN}{dt} &= -\gamma_c[(N - \mu) + \frac{1}{2}(E^*P + EP^*)] \end{aligned}$$



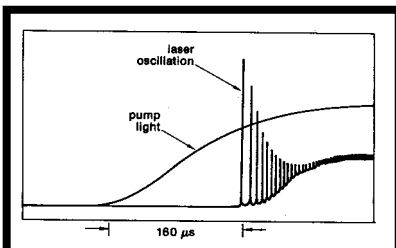
Musterbildung in Lasern:

In Lasern großer Apertur bilden sich spontan räumliche Muster aus, die denen in anderen musterbildenden Systemen wie der Hydrodynamik und chemischen Systemen entsprechen. Das Phänomen wird anhand der Maxwell-Bloch Gleichungen und Experimenten in oberflächenemittierenden Halbleiterlasern diskutiert.



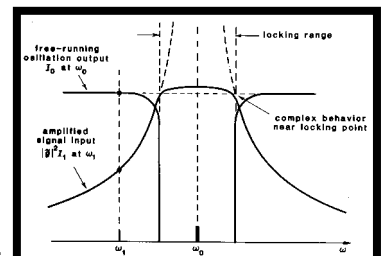
Gekoppelte Laser:

Oszillatoren gehen bei Einführung einer wechselseitigen Kopplung oft in einen synchronisierten Zustand über. Im Übergangsbereich tritt ein komplexes dynamisches Verhalten auf, das reguläre und chaotische Selbstoszillationen umfaßt. Beispiele werden anhand räumlich gekoppelter Festkörperlaser diskutiert und die Konsequenzen für die Erzeugung hoher Lichtleistung in Laser-Arrays erläutert.



Herkunft und Kontrolle von Relaxionsschwingungen:

Viele technisch eingesetzte Laser zeigen sogenannte Relaxationsschwingungen, die beim Einschalten sowie bei einer Modulation (Datenübertragung!) zu Überschwingern führen ("Spiking"). Die dynamische Herkunft der Relaxationsschwingungen wird diskutiert. Neuartige Verfahren ermöglichen es, durch eine geeignete Steuerung des Anschaltprozesses im Phasenraum das Spiking zu unterdrücken.



Injection-Locking:

Unter bestimmten Bedingungen rastet ein ansonsten freilaufender Oszillator auf die Frequenz und Phase eines ausreichend starken externen Feldes ein. Eine allgemeine Beschreibung dieses Vorganges wird vorgestellt. Laser mit Injektion ermöglichen die Verwirklichung hochstabiler Hochleistungslaser (z. B. zur Gravitationswellenmessung).