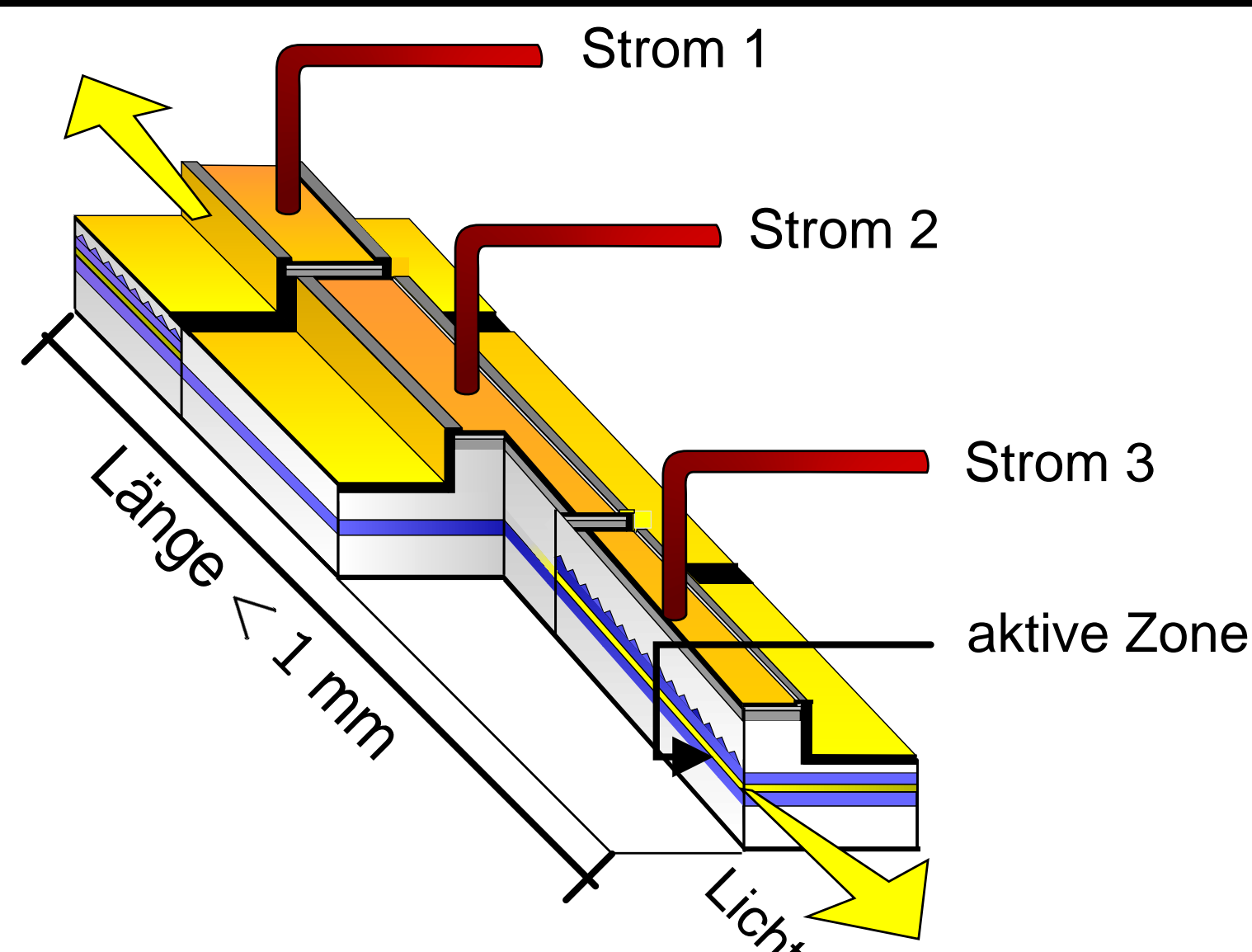


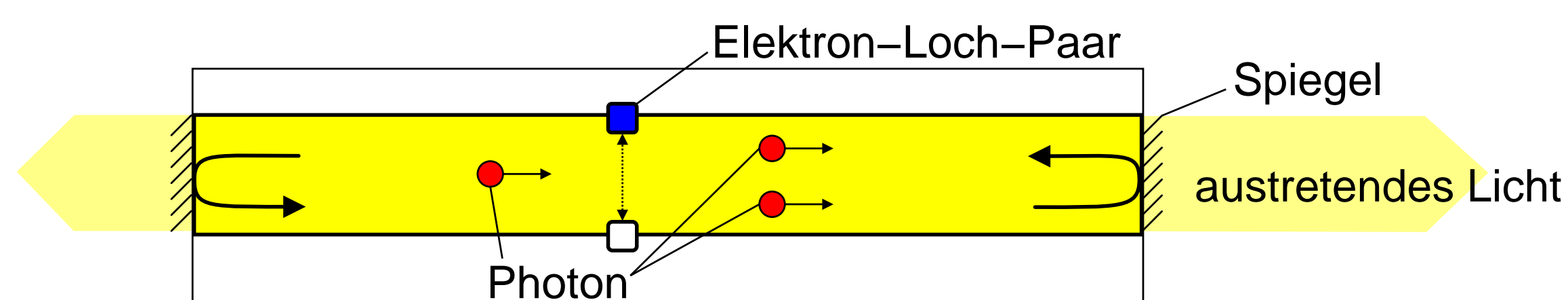
Prinzipbild eines Mehrsektionslasers

Prototyp am Heinrich-Hertz-Institut hergestellt



Wirkungsweise:

Der angelegte Gleichstrom erzeugt in der **aktiven Zone** Elektron-Loch-Paare, d.h., es werden Elektronen auf ein höheres Energieniveau gehoben. Trifft ein Photon mit passender Frequenz auf ein solches Elektron-Loch-Paar, dann **rekombiniert** das Elektron, d.h., es fällt auf das niedrigere Energieniveau zurück. Zugleich gibt es ein identisches Photon ab, dessen Frequenz genau der Energiedifferenz zwischen den beiden Energieniveaus entspricht. Dieses Photon kann nun weitere Elektronen zur Rekombination anregen, usw. Durch ständiges Hin- und Herlaufen zwischen den Spiegeln wird eine Lichtverstärkung erreicht.

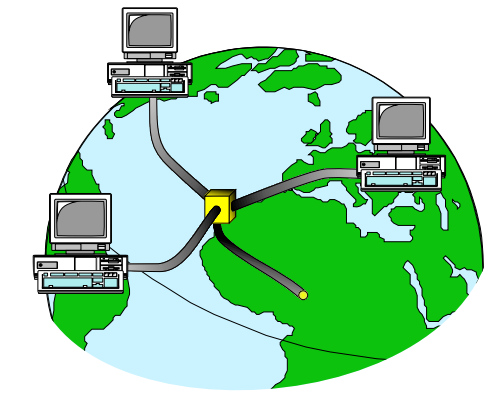


Klassische Anwendung

Einfarbiges (*monochromatisches*), kohärentes Licht mit möglichst hoher Leistung wird durch Anlegen von Gleichstrom erzeugt. Anwendungen in: Medizin, Datenübertragung in Glasfasern, CD-Player, usw.

Meist sind Leistung und Frequenz des Lichts konstant, d.h., der Laser soll im **Gleichgewicht** betrieben werden.

Anwendungen der Zukunft



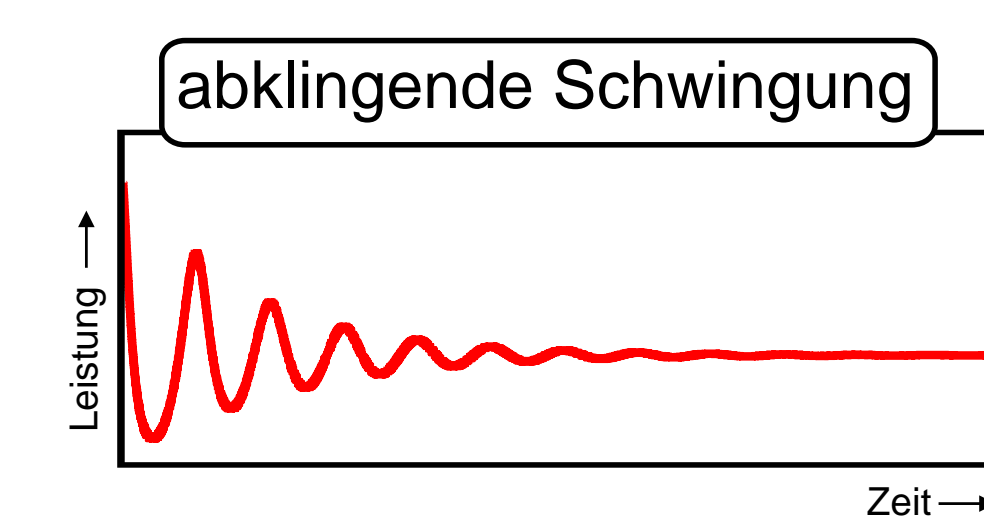
Datenübertragung für das Internet wird heute und erst recht in Zukunft über Glasfasernetze abgewickelt. Zum Erzeugen und Erkennen schneller Bitfolgen werden dabei gezielt einige der unten erklärten **nichtlinearen Phänomene** ausgenutzt: z.B. für schnelle Oszillatoren, Pulsquellen, Schalter oder Takterkennung. Halbleiterlaser sind für diese Bauteile besonders geeignet, da sie sehr schnell sind (Oszillationen mit mehr als 100 Ghz sind möglich) und selbst wieder Licht erzeugen. Die Mathematik kann durch Computer-Simulationen und Anwendung der Theorie der **nichtlinearen Dynamik** zur Konstruktion von Lasern, die die gewollten nichtlinearen Effekte zeigen, beitragen.

Nichtlineare Dynamik

Die Theorie der nichtlinearen Dynamik befasst sich mit Systemen, die sich nicht im Gleichgewicht befinden. Einige der in Lasern ausgenutzten dynamischen Effekte werden unten etwas ausführlicher beschrieben.

Gleichgewicht

zeitlicher Verlauf

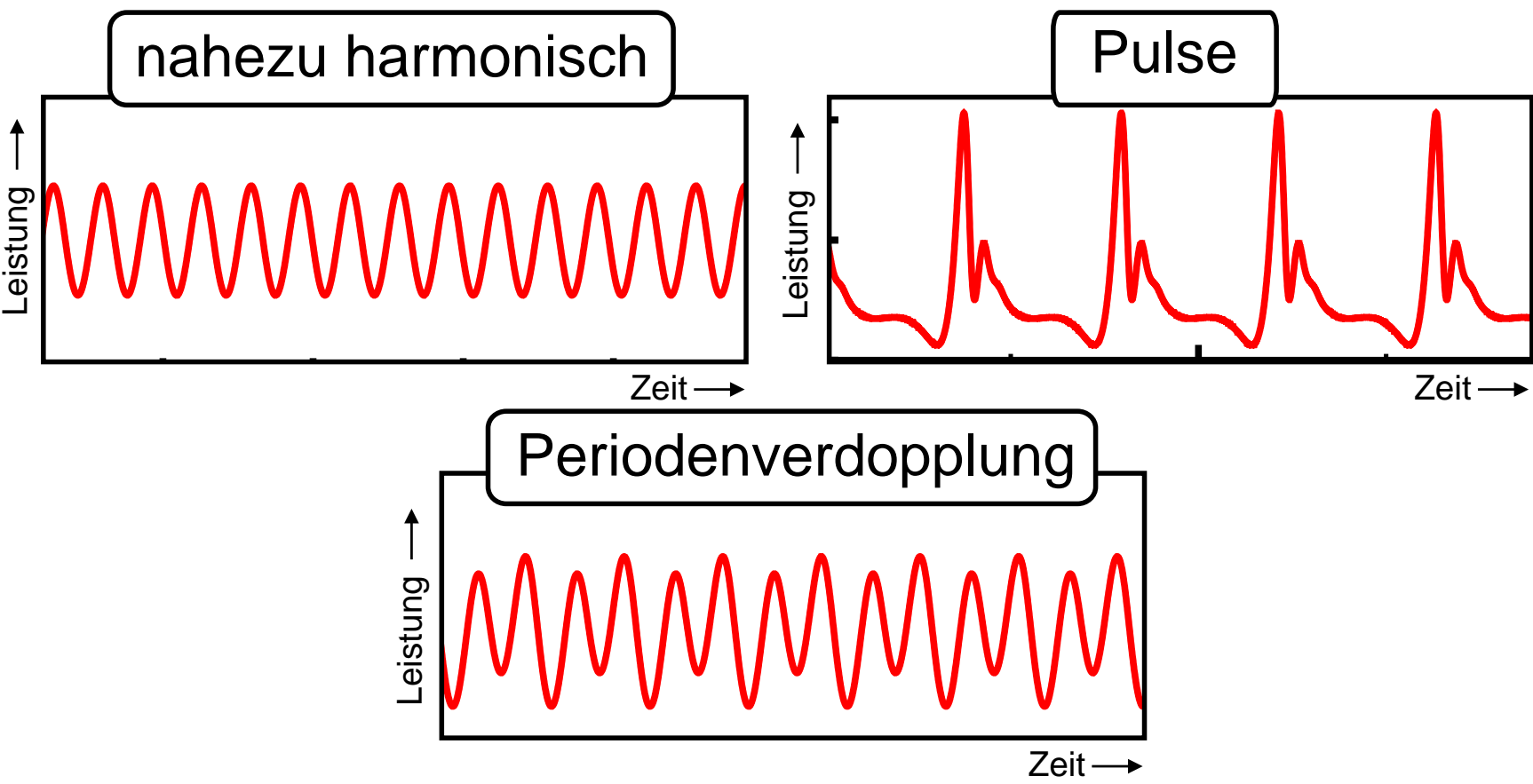


Beschreibung: Laser strahlt konstante Lichtleistung mit konstanter Frequenz ab. Kleine Störungen führen zu gedämpften Schwingungen.

Anwendung: Monochromatische kohärente Lichtquelle in der Medizin, Datenübertragung, in CD-Playern, usw.

Oszillationen

zeitlicher Verlauf



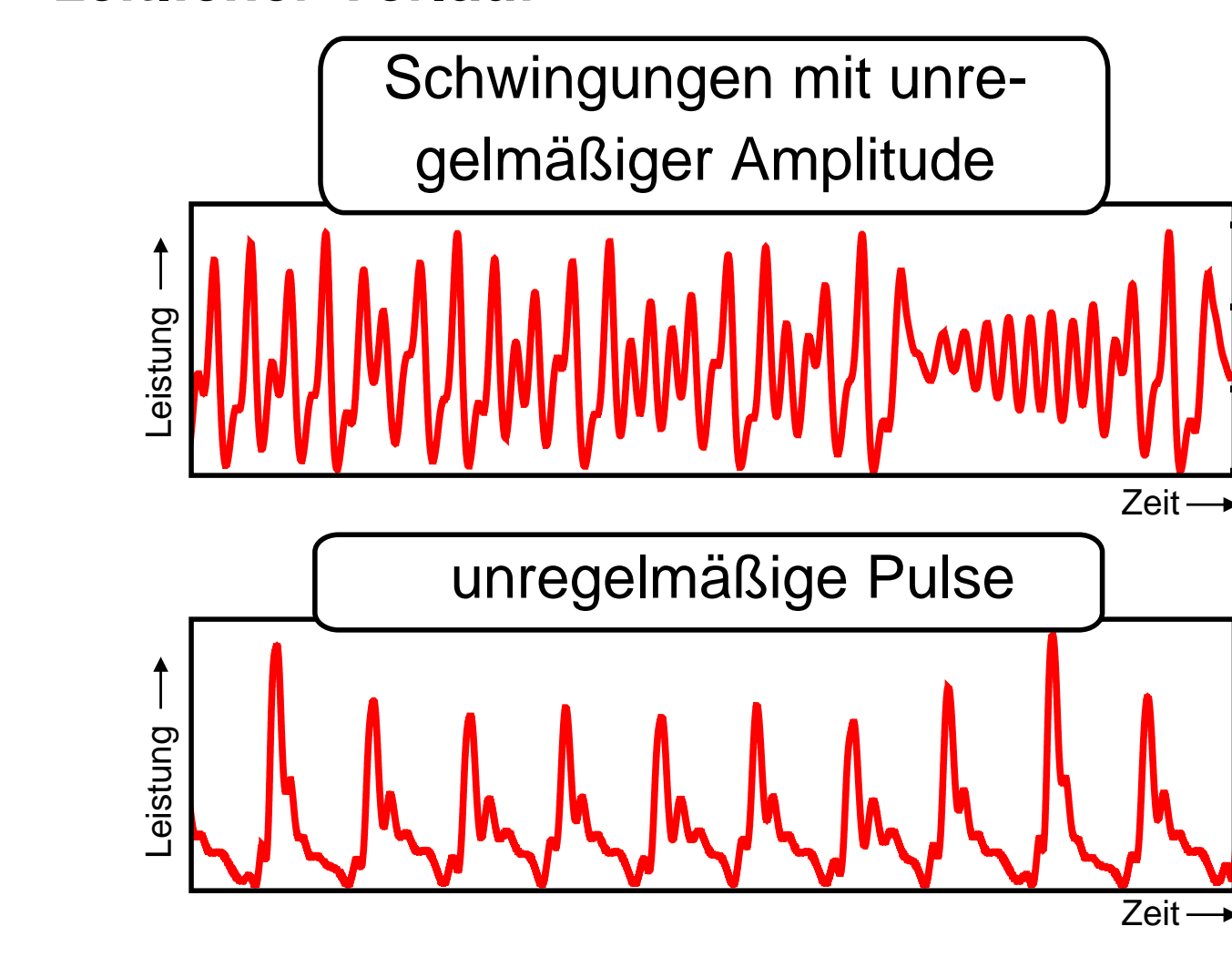
Beschreibung: Frequenz und Lichtleistung schwingen periodisch. Während einer Periode sind unterschiedliche Zeitverläufe möglich: z.B. harmonisch oder pulsförmig. Bei bestimmten Parametern treten Periodenverdopplungen auf.

Anwendung: periodische Pulsquelle, Signalwiederaufbereitung

Mechanismus: Hopf-Verzweigung

Chaos

zeitlicher Verlauf



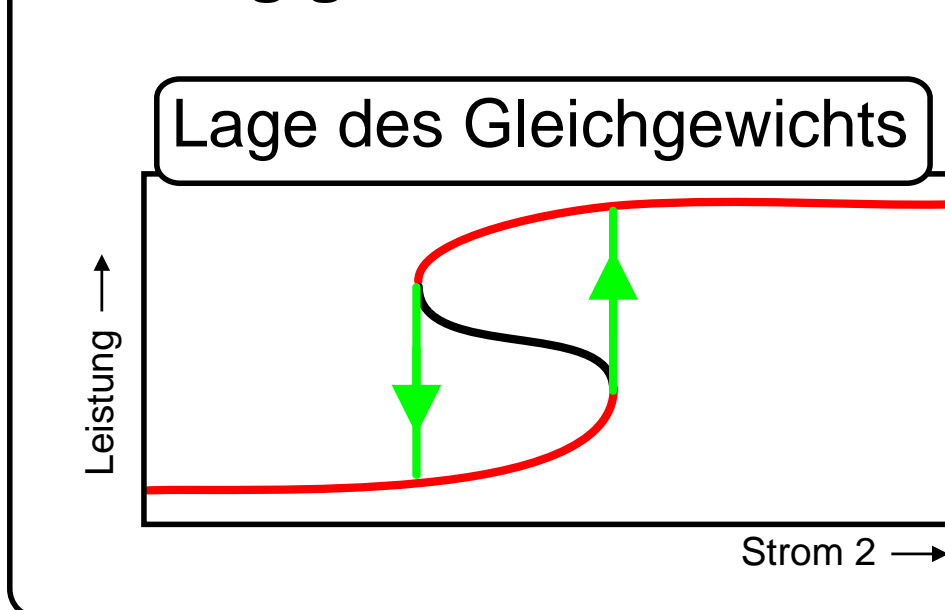
Beschreibung: Schwingungen mit unregelmäßiger Amplitude und/oder Pulse in unregelmäßigen Abständen.

Anwendung: verschlüsselte Kommunikation

Mechanismus: z.B. Kaskaden von Periodenverdopplungen, Aufbrechen eines Torus, homokline Verzweigungen

Hysterese

Abhängigkeit von Strom 2



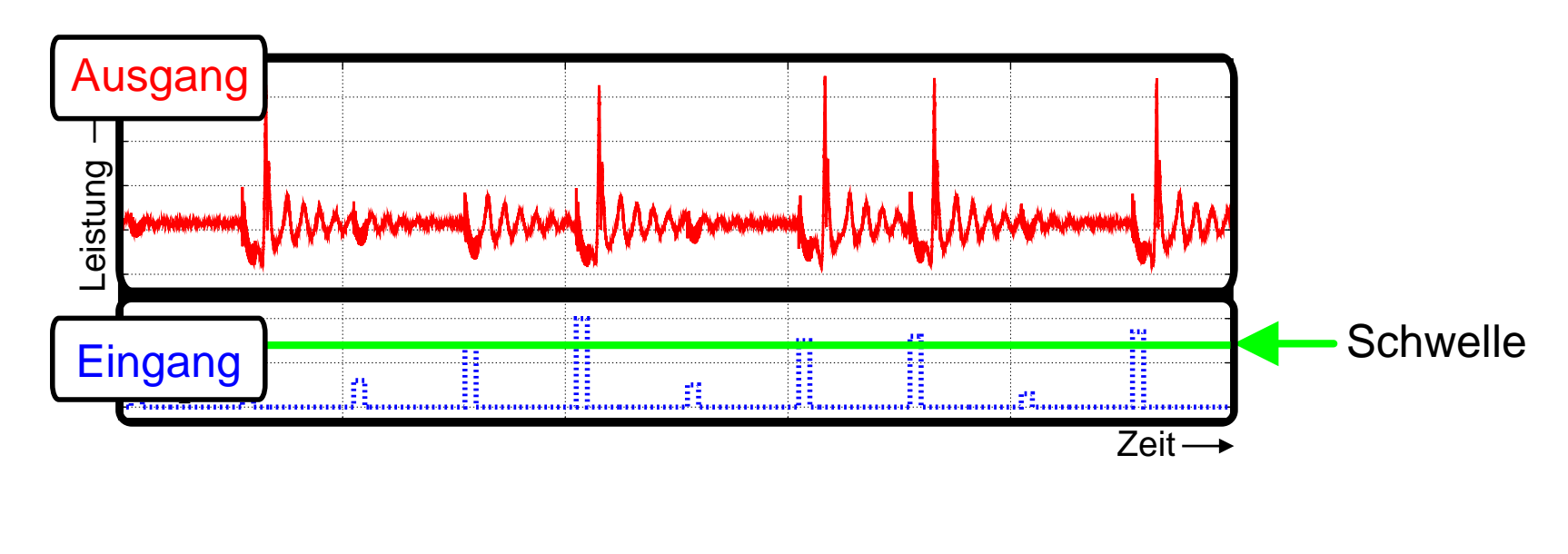
Beschreibung: Es gibt mehrere Gleichgewichte. Wird das aktuelle Gleichgewicht instabil (schwarz), springt (grün) der Laser zu einem anderen stabilen Gleichgewicht (rot).

Anwendung: Schalter in der Signalwiederaufbereitung

Mechanismus: z. B. Cusp-Verzweigung

Erregbarkeit

zeitlicher Verlauf



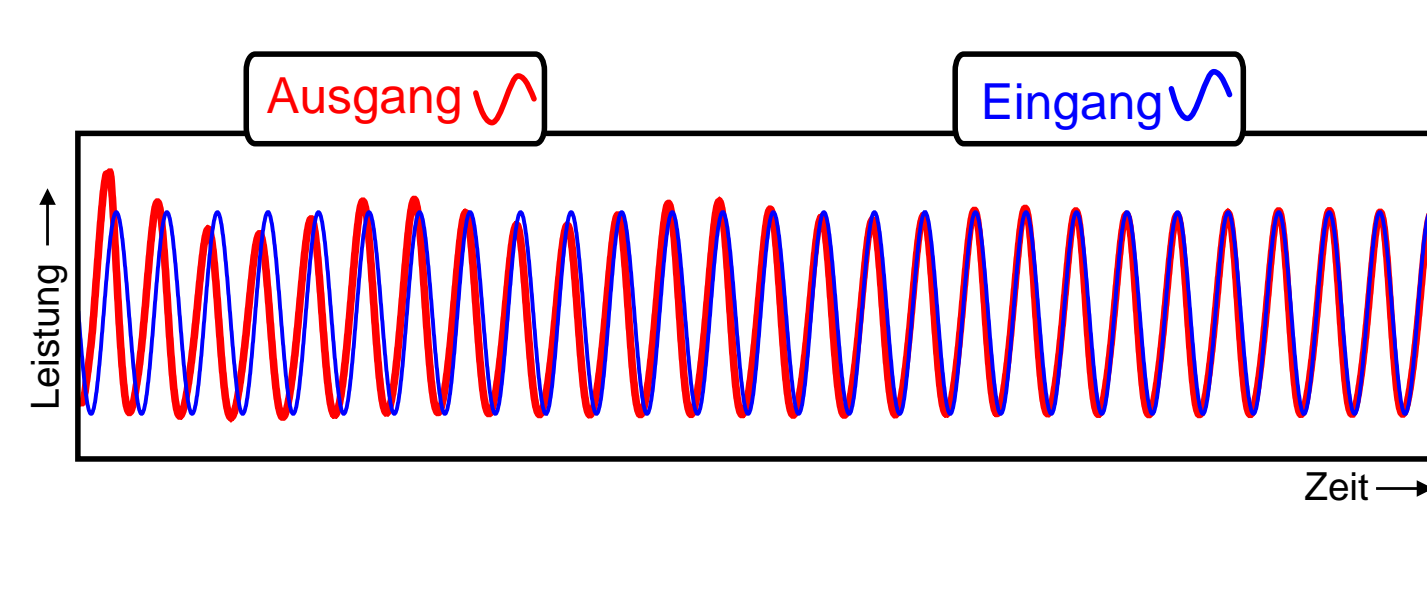
Beschreibung: Der ungestörte Laser ist im Gleichgewicht. Unterschwellige Störungen klingen schnell ab. Überschwellige Störungen erzeugen einen großen Puls, bevor sie abklingen.

Anwendung: Signalwiederaufbereitung

Mechanismus: Homokline Verzweigung

Synchronisation

zeitlicher Verlauf



Beschreibung: Der ungestörte Laser oszilliert. Wird ein periodisches Signal eingestrahlt, passt sich die freie Schwingung der Frequenz und der Phase des Eingangssignals an.

Anwendung: Takterkennung in der Signalwiederaufbereitung

Mechanismus: Resonanz