

Beeinflussung von Turingstrukturen in der Chlordioxid-Iod-Malonsäure Reaktion mit elektrischen Feldern

Zusammenfassung der Dissertation vorgelegt von Dipl.-Phys. Bernd Schmidt

Turingstrukturen sind nach dem britischen Mathematiker Alan Turing benannt. Sie wurden von ihm 1952 als ein Mechanismus der Strukturbildung in biologischen System vorgeschlagen. Erstmals konnten sie 1990 in Bordeaux von der Arbeitsgruppe um Patrick DeKepper in der *Chlordioxid-Iod-Malonsäure Reaktion* (CDIMA) experimentell nachgewiesen werden. Seither stand vor allem die Untersuchung autonomer Strukturen im Vordergrund. Erst in letzter Zeit sind die Möglichkeiten der externen Beeinflussung der Strukturen in den Mittelpunkt des Interesses gerückt.

Ziel der vorgelegten Arbeit war es die experimentellen Voraussetzungen zu schaffen, um die Dynamik der Muster unter dem Einfluß von elektrischen Feldern für beliebig lange Zeiträume zu untersuchen. Darüberhinaus sollten durch mathematische Modellierung und numerische Simulationen weitere Einsichten in die Dynamik von Mustern in diesem und vergleichbaren Systemen gewonnen werden.

Es wurde ein Reaktor entwickelt, der es ermöglicht die Entstehung und Dynamik von Mustern in der CDIMA-Reaktion unter dem Einfluß externer elektrischer Felder zu untersuchen. Das elektrische Feld ist parallel zum Gel in welchem sich die Muster entwickeln und bewirkt einen von der Ladung der Spezies abhängigen Fluß der Ionen in der Ebene des Gels. Die Dynamik der Muster verändert sich dadurch und es erfolgt ein Übergang von stationären zu zeitabhängigen Mustern. Ein stationäres hexagonales Muster beginnt bei eingeschaltetem Feld mit einer von der Stromstärke abhängigen Geschwindigkeit von einigen $\mu\text{m}/\text{min}$ zu driften. Die Muster bewegen sich in Richtung Kathode also entgegen der Drift der negativ geladenen Ionen I^- und ClO_2^- . Hierbei bleibt die hexagonale Struktur des Musters weitgehend erhalten. Es wurde eine umfangreiche Software entwickelt, welche eine semi-automatische Verfolgung und Geschwindigkeitsanalyse der sich bewegenden Muster erlaubt.

Der zweite Teil der Arbeit befaßt sich mit der mathematischen Modellierung des Einflusses des elektrischen Feldes auf die Muster. Hierzu wurde ein auf der chemischen Kinetik der Reaktion basierendes Modell erweitert. Dabei ergab sich ein Reaktion-Diffusions-Advektions System mit nichtlinearen Reaktionstermen. Das Gleichungssystem wurde für den räumlich ein- und zweidimensionalen Fall numerisch gelöst. Die Muster driften bei nicht verschwindendem Advektionsterm mit einer von Ladungszahl und Feldstärke abhängigen Richtung und Geschwindigkeit. Im zweidimensionalen Fall erfolgt bei höheren Feldstärken ein Übergang von dem ursprünglichen Punktmuster zu einem Streifenmuster.