

Zusammenfassung

der von Herrn Dipl.-Phys. Heiko Bauke am 25.01.2006 an der Fakultät für Naturwissenschaften der Otto-von-Guericke Universität Magdeburg eingereichten Dissertation:

„Zur Universalität des Random-Energy-Modells“

Das Random-Energy-Modell (REM) ist das einfachste Modell eines Spinglases. Seine Bedeutung ergibt sich vor allem daraus, dass all seine thermodynamischen Eigenschaften exakt abgeleitet werden können. In der eingereichten Dissertation wird gezeigt, dass die Eigenschaften des Random-Energy-Modells universellen Charakter haben. Seine Eigenschaften finden sich in praktisch allen ungeordneten Modellen mit reellen eingefrorenen zufälligen Kopplungstermen, deren Hamilton- oder Kosten-Funktion sich als lineare Summe über die Kopplungsterme schreiben lässt. In die Klasse dieser Modelle fallen zahlreiche Probleme der statistischen Physik aber auch Probleme der diskreten Mathematik und der Optimierung. Die Ergebnisse dieser Arbeit haben somit Bedeutung für Fragestellungen bezüglich ungeordneter Systeme der statistischen Physik als auch bezüglich zufälliger Strukturen in anderen Disziplinen.

Der zentrale Begriff dieser Arbeit ist der der lokalen REM-Eigenschaft. Modelle mit lokaler REM-Eigenschaft weisen in der Umgebung einer Referenzenergie mit positiver Zustandsdichte all die statistischen Merkmale auf, die für das Random-Energy-Modell charakteristisch sind. In drei zentralen Thesen wurde formuliert, welche Konsequenzen die lokale REM-Eigenschaft für die betroffenen Modelle hat. Diese Thesen wurden argumentativ untermauert und durch numerische Simulationen gestützt. Die Kernaussagen der Thesen lauten:

These 1 Das Spektrum der Energieniveaus in der Umgebung einer Referenzenergie mit positiver Zustandsdichte realisiert einen Poisson-Prozess.

These 2 Auf der Energieachse benachbarte Konfigurationen haben im Konfigurationsraum einen großen Abstand. Ihr Abstand weist die gleiche Statistik auf wie der Abstand zufällig gewählter Konfigurationen.

These 3 Aus den Modellen mit lokaler REM-Eigenschaft abgeleitete Optimierungsprobleme sind \mathcal{NP} -hart, sobald man eine untere Schranke für das gesuchte Minimum vorgibt.

Das konzeptionell einfachste System mit lokaler REM-Eigenschaft ist das Modell von N nicht wechselwirkenden Ising-Spins in lokalen Zufallsfeldern. Es nimmt auch insofern eine Sonderstellung ein, als dass es als Spezialfall in allen anderen Modellen mit lokaler REM-Eigenschaft enthalten ist.

Teilergebnisse dieser Dissertation lieferten bereits Anlass zu weiteren Arbeiten über die lokale REM-Eigenschaft, in denen die Thesen 1 und 2 für einzelne Modelle rigoros bewiesen werden konnten.