

Roland Ketzmerick

**Chaos, fraktale Spektren
und Quantendynamik in
Halbleiter-Mikrostrukturen**

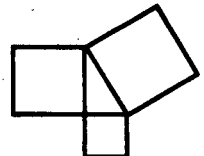
BCM TU Darmstadt



50120503

Fachbereich Materialwissenschaft
der Techn. Hochschule Darmstadt

Inv.-Nr.: 628



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Festkörper im Magnetfeld	1
1.2	Chaos in Quantensystemen und Quantenmechanik klassisch chaotischer Systeme	5
1.3	Überblick	7
2	Klassische Hall-Plateaus in mesoskopischen Kreuzkontakten	9
2.1	Klassische Dynamik in einem Modellpotential für Kreuzkontakte	11
2.2	Landauer-Büttiker-Formalismus	13
2.3	Plateaus im Hall-Widerstand	14
2.4	Erklärung	15
2.5	Ausblick	19
3	Magnetotransport in Anti-Dot-Gittern	20
3.1	Experimentelle Ergebnisse und unerklärte Phänomene	20
3.2	Qualitative Erklärung mit der Stabilität nichtlinearer Resonanzen	22
3.2.1	Magnetowiderstandsmaxima	23
3.2.2	Erniedrigter und negativer Hall-Widerstand	26
3.3	Quantitatives Leitfähigkeitsmodell für chaotische Phasenräume	29
3.3.1	Reguläre Bereiche	29
3.3.2	Chaotische Bereiche	31
3.3.3	Gesamtleitfähigkeit	31
3.4	Numerische Ergebnisse	32
3.5	Neue Phänomene	34
3.5.1	Erhöhte Zyklotronfrequenzen	34
3.5.2	Nichtlineare Antworten auf elektrische Felder	34
3.6	Ausblick	35
4	Quantenmechanik von Bloch-Elektronen im Magnetfeld: Das Harper-Modell	36
4.1	Herleitung der Harper-Gleichung	36
4.2	Verallgemeinerte Energiedispersion	38
4.3	Numerische Behandlung der Harper-Gleichung	39
4.3.1	Transfermatrix-Methode	40
4.3.2	Erste numerische Ergebnisse	42
4.4	Eigenschaften der Harper-Gleichung	44
4.4.1	Aubry-Dualität	45
4.4.2	Cantor-Mengen	46
4.4.3	Exakte Ergebnisse	49
4.5	Niveaustatistik	49
4.6	Multifraktale Eigenschaften des Spektrums	52
4.6.1	Fraktale Dimension	53
4.6.2	Multifraktale	53

4.6.3	$f(\alpha)$ -Kurven	57
4.6.4	Niveaubabstandsverteilung und fraktale Dimension	59
4.6.5	Δ_3 -Statistik	60
4.7	Dynamik	61
4.7.1	Unbegrenzte Diffusion und Niveaustatistik	61
4.7.2	Einfluß der Eigenfunktionen	65
4.8	Zeitliche Korrelationen	67
4.8.1	Numerische Ergebnisse	68
4.8.2	Algebraischer Korrelationszerfall und generalisierte Dimensionen	69
4.9	Weitere Inkommensurabilitäten	73
4.10	2-dimensionale Dynamik	76
4.11	Ausblick	78
5	Quantendynamik in Quasikristallen: Das Fibonacci-Ketten-Modell	80
5.1	Numerische Methode	82
5.2	Niveaustatistik	83
5.3	Dynamik	83
5.4	Korrelationszerfall	86
5.5	Variation der Inkommensurabilität	87
5.5.1	Verallgemeinerung des Fibonacci-Ketten-Modells	87
5.5.2	Ein weiteres quasiperiodisches Potential	88
5.6	Ausblick	88
6	Eine klassisch chaotische Erweiterung des Harper-Modells: Das gekickte Harper-Modell	90
6.1	Klassisches Analogon eines Einband-Hamilton-Operators	90
6.2	Motivation für das gekickte Harper-Modell	91
6.3	Klassisches Verhalten	93
6.4	Methode der quantenmechanischen Zeitentwicklung	94
6.5	Varianz	95
6.6	Korrelationszerfall	98
6.7	Niveaustatistik	98
6.7.1	Methode	99
6.7.2	Grobskaliges Verhalten	100
6.7.3	Feinskaliges Verhalten	101
6.7.4	Übergang vom Cantor-Spektrum zur Wigner-Verteilung	101
6.8	Transformation auf eine Tight-Binding-Gleichung	104
6.9	Ausblick	107
7	Zusammenfassung	109
	Literaturverzeichnis	112
	Danksagung	123