

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	7
2	Grundlagen der Supraleitung	10
2.1	Die Londonschen Gleichungen	10
2.2	Die Ginzburg-Landau-Theorie	11
2.3	Die Shubnikov-Phase	13
2.4	Dünne supraleitende Filme	14
2.4.1	Das Bean-Modell	15
2.4.2	Modell zur Berechnung von zweidimensionalen Fluss- und Strom- dichteverteilungen	17
2.5	Flussbewegung und elektrisches Feld	19
2.6	Universalität des elektrischen Feldes	21
2.7	Das mikroskopische elektrische Feld	22
3	Der Hochtemperatursupraleiter $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$	24
3.1	$\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$	24
3.2	Substrat- und Filmherstellung	26
3.2.1	Substrate	26
3.2.2	YBCO-Filmherstellung und -strukturierung	27
3.2.3	Korngrenzen	29
4	Magneto-Optik	31
4.1	Der Faraday-Effekt	31
4.1.1	Theorie und Messprinzip	31
4.1.2	Eisengranatschichten	33
4.1.3	Kalibrierung	34
4.2	Experimenteller Aufbau	35
4.2.1	Beleuchtung und optische Komponenten	36
4.2.2	Supraleiterkühlung	37
4.2.3	Magnetfelderzeugung	38
4.2.4	Transportströme	38
4.2.5	Stromkontakte	39
4.2.6	Bildverarbeitung	39

4.3	Bestimmung der Stromdichteverteilung	40
4.3.1	Berechnung der Stromverteilung im Supraleiter	40
4.3.2	Verminderung der Superzellen-Wechselwirkung	41
4.3.3	Begrenzung des Auflösungsvermögens	43
4.3.4	Transportstrommessungen	44
5	Bestimmung dynamischer Größen des Vortexsystems	45
5.1	Das elektrische Feld	45
5.1.1	Die Grundgleichungen	46
5.1.2	Bisherige Lösungsansätze	47
5.1.3	Eindimensionale Geometrie: Der dünne Steg	48
5.1.4	Zweidimensionale Geometrien	49
5.1.5	Näherung für kleine Ladungsdichten	49
5.1.6	Numerische Umsetzung	51
5.2	Flussgeschwindigkeit und Aktivierungsbarriere	52
5.3	Experimentelle Durchführung	53
5.4	Fehlerbetrachtung zur elektrischen Feldberechnung	54
5.4.1	Fehler und Genauigkeit der Auswertung	54
5.4.2	Abschätzung der Auflösungsgrenze	55
6	Vortexdynamik in einkristallinen YBCO-Dünnschichten	57
6.1	Vortexstatik	58
6.2	Die elektrische Feldverteilung	60
6.3	Die Vortexgeschwindigkeit	64
6.4	Die Aktivierungsenergie	66
6.5	Die dissipierte Leistungsdichte	67
6.6	Diskussion	67
6.6.1	Nichtlokalität der statischen und dynamischen Größen	67
6.6.2	Universalität des elektrischen Feldes	69
6.6.3	Einfluss der lateralen Supraleiterdimensionen	72
6.6.4	Zeitentwicklung der Aktivierungsbarriere	74
6.6.5	Mechanismen der Vortexbewegung	74
6.6.6	Vergleich zum Bean-Modell: Domänengrenzen	77
6.6.7	Vergleich der Vortexbewegung zur Festkörperdiffusion	78
6.6.8	Vergleich der Dissipation im Supraleiter und in Kupfer	79
6.7	Zusammenfassung	79
7	Vortexdynamik an Defekten	81
7.1	Vortexstatik am kreisförmigen Defekt	81
7.2	Elektrische Feldverteilung am kreisförmigen Defekt	83
7.3	Vortexgeschwindigkeit und Aktivierungsenergie am kreisförmigen Defekt	84
7.4	Dissipierte Leistungsdichte und Zeitänderung des Betrags der Stromdichte	85
7.5	Diskussion	86

7.6	Vortexstatik an Kleinwinkelkorngrenzen	89
7.7	Elektrische Feldverteilung an Kleinwinkelkorngrenzen	90
7.8	Vortexgeschwindigkeit und Aktivierungsbarriere	92
7.9	Zeitentwicklung des elektrischen Feldes	94
7.10	Diskussion	95
	7.10.1 Simulation des elektrischen Feldes an Korngrenzen	95
	7.10.2 Diskussion der Vortexdynamik an Korngrenzen	97
8	Vortexdynamik in YBCO auf technischen Substraten	101
8.1	Biaxial texturierte YBCO-Filme auf IBAD-YSZ	101
8.2	Diskussion	105
9	Transportexperimente an YBCO-Dünnsfilmen	107
9.1	Transport- und Magnetisierungsfall an einkristallinen YBCO-Filmen	108
9.2	Diskussion	108
9.3	Einfluss von Defekten auf die Stromdichte	111
9.4	Diskussion	113
9.5	Diskussion des elektrischen Feldes im Transportfall	113
10	Zusammenfassung und Ausblick	116