

INHALTSVERZEICHNIS

Danksagung	1
Inhaltsverzeichnis	3
Abbildungsverzeichnis	6
Zusammenfassung	7
Einleitung	9
Zielsetzung	9
Die Vorgeschichte der optischen Rasternahfeldmikroskopie	10
Diese Arbeit	11
Aufbau der Arbeit	12
Theorie	13
2.1 Auflösung	13
2.1.1 Auflösungsgrenzen von Linsenmikroskopen	13
2.1.2 Auflösungskriterien in der Nahfeldmikroskopie	15
2.2 Das optische Nahfeld	16
2.2.1 Ausbreitungsverhalten des Lichts	16
2.2.2 Optische Nahfeldmikroskopie	18
2.2.3 Das evaneszente Feld bei Totalreflexion	18
2.3 Nahfeldtheorien	19
2.4 Submikroskopische Blenden	20
2.4.1 Näherungen	20
2.4.2 Sinnvolle Blendengrößen	21
2.4.3 Beugung an kleinen Blenden	22
Experimentelle Realisierungen der Nahfeldoptik	24
3.1 Gerätetypen	24
3.1.1 Zugrundeliegendes Nahfeldprinzip	25
3.1.2 Art der verwendeten Nahfeldsonde	26
3.1.3 Transmissions- oder Reflexionsgeometrie	28
3.1.4 Kontrastmechanismen	28
3.1.5 Art der Abstandskontrolle	28
3.2 Photometrische Grundlagen	29
3.2.1 Detektoren.	29
3.2.2 Detektorausleuchtung	31

Der experimentelle Aufbau	32
4.1 Grundkonzept	32
4.1.1 SNOM oder PSTM?	32
4.1.2 Geometrie von Spitze und Probe	32
4.1.3 Kombination mit einem Lichtmikroskop	33
4.1.4 Die Spitzte	33
4.1.5 Laser	33
4.1.6 Darstellung des Lichtweges	34
4.1.7 Abstandskontrolle	34
4.2 Beschreibung des Mikroskopaufbaus	36
4.2.1 Der Mikroskopoptisch	37
a) Der Scanner	38
b) Piezo-Stützen	40
c) Präparatverschiebung	40
d) Kontrolle der Luftfeuchte	41
4.2.2 Optische Komponenten und Photodetektor	41
a) Laser	41
b) Faseroptik	41
c) Fluoreszenzmikroskop	41
d) Mikrophotometrie-Komponenten	42
4.2.3 Schwingungsdämpfung	42
4.3 Elektronik und Computersteuerung	43
4.3.1 Funktionelle Bausteine des Nahfeldmikroskops	43
4.3.2 Zusammenwirken von Analog- und Digitalelektronik	44
4.3.3 Einige Besonderheiten der Mikroskopsteuerung	46
a) Darstellung der Bilder	46
b) Optische Signale	46
c) Stromsignale	46
d) Kompensation der Präparatneigung	47
4.3.4 "Sicherheitsschaltung" für das Arbeiten auf Flüssigkeiten	47
Präparative Methoden	49
5.1 Herstellung und Charakterisierung der Spitzen	49
5.1.1 Vorbereitung der Spitzen	50
5.1.2 Ätzen	50
5.1.3 Optische Charakterisierung	51
5.1.4 Bedampfungsschicht	51
5.1.5 Abschließende Begutachtung	52
5.2 Herstellung von metallischen Testpräparaten	53
5.3 Herstellung der Langmuir/Blodgett-Schichten	55
5.3.1 Vorbereitung	55
5.3.2 Polymerisierte Fettsäureschichten	56
Signale für die Abstandskontrolle	57

6.1	Tunnel- bzw. Feldemissionsströme	57
6.2	Kapazitive Signale	59
6.3	Optische Signale	60
Abbildung von festen Proben		63
7.1	Tunnelmikroskopie	63
7.2	Leermessungen	65
7.3	SNOM an metallischen Filmen	67
7.4	SNOM an organischen Filmen	70
Untersuchungen an der Wasser-Luft-Grenzfläche		72
8.1	Bestimmung eines Referenzpunktes für die Abstandskontrolle	73
8.2	Elektrostatische Kräfte zwischen Spitze und Probe	74
8.3	Luftfeuchte und Wasserstand	77
8.4	Abstandskontrolle	79
8.5	Abbildung an der Wasser-Luft-Grenzfläche	79
8.6	Optische Abstandskontrolle an flachen Proben	81
Diskussion		83
9.1	Abstandskontrolle auf Flüssigkeiten	83
9.1.1	Kapazitive Abstandskontrolle und Elektrokapillarität	83
9.1.2	Optische Abstandskontrolle	84
9.1.3	Shearforce Feedback	86
9.1.4	Konstanthalten des Flüssigkeitspegels	86
9.2	Der experimentelle Aufbau	87
9.3	Präparative Methoden	88
9.3.1	Spitzen	88
9.3.2	Testpräparate	89
9.4	Ausblick	90
9.4.1	Zu untersuchende Systeme	90
9.4.2	Andere Experimente mit demselben Aufbau	91
9.4.3	Schlußbemerkung	91
Anhang		92
A.	Abkürzungen	92
B.	Laserwellenlängen und Fluoreszenzfarbstoffe	93
C.	Einkoppeln von Laserlicht in Lichtwellenleiter	95
D.	Piezostellelemente	98
E.	Kontrast	101
F.	Literaturübersicht	102
Literatur		104