

**Herstellung und Charakterisierung
von
plasmonischen Nanomaterialien**

**Referees: Prof. Dr. Joachim Spatz
Prof. Dr. Annemarie Pucci**

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Plasmonik	5
2.1	Oberflächenplasmonen	5
2.2	Lokalisierte Oberflächenplasmonenresonanz	8
2.3	Außerordentliche Transmission von Licht	10
2.4	Oberflächenplasmonen-Sensoren	10
3	Herstellungsverfahren für plasmonische Strukturen	13
3.1	Top-down Verfahren	13
3.2	Bottom-up Strategien	16
4	Charakterisierung plasmonischer Strukturen	19
4.1	Bildgebende Verfahren	19
4.1.1	Rasterelektronenmikroskopie	19
4.1.2	Rasterkraftmikroskopie	21
4.2	Ordnungsanalyse und Bildauswertung	23
4.2.1	Ordnung hexagonal geordneter Strukturen	23
4.2.2	Globaler Bindungsorientierungsfaktor	24
4.2.3	Radiale Verteilungsfunktion	26
4.2.4	Korngrenzendetektion	28
4.3	Transmissionsspektroskopie	30
5	Kolloidale Lithographie	31
5.1	Einführung	31
5.2	Materialien und Geräte	35
5.3	Methoden	36
5.3.1	Synthese von Poly-(N-isopropylacrylamid) Kolloiden	36
5.3.2	Reinigung der Glassubstrate	37

5.3.3	Anordnen von PolyNIPAM-Kolloiden an einer Gas/Flüssigkeit-Grenzfläche	37
5.3.4	Kristallisation durch Schleuderbeschichtung	37
5.3.5	Kristallisation durch Tauchbeschichtung	38
5.4	Ergebnisse und Diskussion	40
5.4.1	Herstellung zweidimensionaler Kolloid-Kristallen	40
5.4.2	Variation des Kolloiddurchmessers	43
5.4.3	Graduelle Änderung des Kolloiddurchmessers auf einem Substrat	48
5.4.4	Ortsaufgelöste Vergrößerung des Kolloiddurchmessers	51
5.5	Zusammenfassung und Ausblick	55
6	Herstellung und Charakterisierung koaxialer Goldnanostrukturen	57
6.1	Einführung	57
6.2	Materialien und Geräte	60
6.3	Methoden	60
6.3.1	Goldnanopartikel-Synthese	60
6.3.2	Oberflächenfunktionalisierung	61
6.3.3	Stromlose Goldabscheidung	61
6.3.4	Erhöhung der Goldnanopartikel-Dichte	62
6.3.5	Abbrennen der PolyNIPAM-Kolloide	62
6.3.6	Tempern der Goldstrukturen	62
6.3.7	Ablösen und transferieren des Goldfilms	62
6.3.8	Winkelabhängige Transmissionsmessungen	63
6.3.9	Charakterisierung der Goldstrukturen	63
6.3.10	Abscheidung von Rinderalbumin-Schichten	64
6.4	Ergebnisse und Diskussion	65
6.4.1	Herstellung koaxialer Goldstrukturen	65
6.4.2	Strukturelle Parameter koaxialer Goldnanostrukturen	70
6.4.3	Optische Eigenschaften koaxialer Goldnanostrukturen	72
6.4.4	Koaxiale Goldnanostrukturen als empfindliche Sensoren	76
6.5	Zusammenfassung und Ausblick	80
7	Smarte plasmonische Sensoren aus Lochmustern in Goldfilmen	83
7.1	Einführung	83
7.2	Materialien und Geräte	87
7.3	Methoden	87

7.3.1	UV-Licht induzierte Goldabscheidung	87
7.3.2	Messung einer Konzentrationsreihe	87
7.3.3	Simulation	89
7.4	Ergebnisse und Diskussion	90
7.4.1	Herstellung smarter plasmonischer Sensoren	90
7.4.2	Strukturparameter von smarten plasmonischen Sensoren	94
7.4.3	Optische Eigenschaften von smarten plasmonischen Sensoren	96
7.4.3.1	Experimentelle und simulierte Transmissi- onsspektren	96
7.4.3.2	Transmissionsspektren unter verschiedenen Einfallswinkeln	98
7.4.3.3	Simulation der Feldüberhöhung	99
7.4.4	Smarte plasmonische Sensoren für die Detektion von Ethanol	101
7.5	Zusammenfassung und Ausblick	109
Literatur		111
Abkürzungen		131
Veröffentlichungen		133
Danksagung		135