

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Zielsetzung und Konzeption von LUCAS	7
2.1. Motivation	7
2.2. Anforderungen an die Apparatur	7
2.3. Clustererzeugungsverfahren und Apparaturen	9
2.3.1. Clustererzeugungsverfahren	9
2.3.1.1. Gasaggregationsquellen	9
2.3.1.2. Düsenstrahlquellen	10
2.3.1.3. Materialabtragsquellen	11
2.3.2. PACIS-Quelle	13
2.3.3. Sputter-Entladungs-Quelle	14
2.3.4. Elektronenstrahlverdampfer-Quelle	14
2.3.5. Thermische Überschallexpansionsquelle	15
2.3.6. Gepulste Laserquelle	16
2.3.7. Ti:Saphir Laserquelle	17
2.3.8. Kontinuierliche Gasfluß-Laserquelle	18
2.4. Konzeption der neuartigen Laserquelle	18
2.4.1. LUCAS im Überblick	23
3. Experimenteller Aufbau der Apparatur	25
3.1. Ablationskammer: Ort der Clustererzeugung	27
3.1.1. Edelstahlgrundgerüst	27
3.1.2. Inertgasführung	29
3.1.3. Targethalter	33
3.2. Energiequelle: die Laseranlage	34
3.2.1. CO ₂ Laser	34
3.2.1.1. Funktionsprinzip des RS 2500	35
3.2.1.2. Technische Daten des RS 2500	36
3.2.2. Nd:YAG-Laser	39
3.2.2.1. Funktionsprinzip des JK 702	41
3.2.2.2. Technische Daten des JK 702	42
3.2.3. Strahlführung und Fokussierung	43
3.2.3.1. Umlenkspiegel	44

3.2.3.2.	Einkoppeloptik	46
3.2.3.3.	Laserintensitäten und Fokussierung	49
3.2.3.4.	Strahlfälle	52
3.2.3.5.	Sicherheit	52
3.3.	Probenpräparation	52
3.3.1.	Substratmanipulator	53
3.3.2.	In-situ Schichtdickenmessung / Deposition der Nanopartikel	54
3.3.3.	Elektronenstrahlverdampfer	56
3.3.4.	Thermischer Ofen	56
3.3.5.	Gaszufuhr: Reaktionsgase	56
3.4.	Optische Meßsysteme	57
3.4.1.	Optischer Meßaufbau: Extinktion und Reflexion deponierter Cluster	57
3.4.2.	Optischer Meßaufbau: Extinktion freier Cluster	59
3.4.2.1.	Abschätzung der Extinktionsmessung	59
3.4.2.2.	Aufbau und Strahlengang der MRZ	62
3.5.	Vakuumanlage	66
3.5.1.	Konzeptionierung der Vakuumanlage	66
3.5.2.	Differentielles Pumpsystem: Aufbau	69
3.5.3.	Vakuumverunreinigungen	72
3.6.	Spezifikationen der Anlage	73
4.	Theorie der Laserablation, Clusterentstehung	79
4.1.	Optische Materialeigenschaften und Energieeinkopplung	80
4.2.	Theorie der Laserablation	82
4.2.1.	Thermische Laserablation	82
4.3.	Clusterentstehung	88
5.	Mie-Theorie und Erweiterungen	93
5.1.	Dipolabsorption eines Nanoteilchens	95
5.2.	Hüllenteilchen	95
5.3.	Ellipsoide	96
5.4.	Absorbierende Einbettmedien	97
5.5.	Aggregate	99
6.	Charakterisierung der Proben	101
6.1.	Die Meßgröße Extinktion	101
6.1.1.	Grenzen des Modells Einzelcluster-Extinktion	102
6.2.	Elektronenmikroskopie	103
6.2.1.	TEM ELMI 102	103
6.2.2.	AEM EM 400 T	105

7. Cluster aus Yttrium	109
7.1. Allgemeine Eigenschaften von Yttrium	110
7.2. Probenpräparation und Charakterisierung	111
7.2.1. Laserparameter	112
7.2.2. Kondensationsgas zur Präparation	114
7.2.3. Substrate	115
7.2.4. Wasserstoff-Katalysatoren	115
7.2.5. Schichtdickenbestimmung und Clusterbelegung	117
7.2.6. Auswertung der TEM-Bilder	120
7.2.7. Auswertung der WDS-Messungen	128
7.3. Yttrium-Cluster	132
7.3.1. Yttrium-Cluster: Vorhersagen der Mie-Theorie	132
7.3.2. Yttrium-Cluster: Auswertung der Messungen	134
7.3.2.1. Y-Cluster und Sauerstoff: partielle Oxidation	137
7.3.2.2. Y-Cluster und Nachbarwechselwirkung: Aggregate	139
7.3.2.3. Y Cluster und Koaleszenz: Ellipsoide	144
7.4. Yttriumoxid-Cluster	146
7.4.1. Yttriumoxid-Cluster: Vorhersagen der Mie-Theorie	146
7.4.2. Yttriumoxid-Cluster: Auswertung der Messungen	147
7.5. Yttriumhydrid-Cluster	150
7.5.1. Der H ₂ -induzierte optische Schaltvorgang	150
7.5.2. Vorteile der Nanopartikel gegenüber Schichten	151
7.5.3. Hydrierung von Seltenen Erden und Yttrium	152
7.5.4. Theorie des Metall Nichtmetall-Überganges	157
7.5.4.1. Das Struktur-Modell	157
7.5.4.2. Das Elektronenkorrelationsmodell	162
7.5.5. YH _x -Cluster: Vorhersagen der Mie-Theorie	170
7.5.6. YH _x -Cluster: Auswertung der Messungen	175
7.5.6.1. Hydrierung mit Pt-Katalysator	175
7.5.6.2. Hydrierung mit Pd-Katalysator	179
7.5.6.3. Der reversible, optische Schaltvorgang	182
7.5.6.4. Zeit- Druckabhängigkeit des Schaltvorganges	183
7.5.6.5. Vergleich: Dünnschicht / Cluster-Schicht	195
7.5.6.6. Quantitative Kenngröße der Effektivität der Hydrierung	200
7.5.6.7. Ergänzende ex-situ Hydrierung und Temperung	206
7.5.7. Yttriumhydrid-Cluster: Alterungseffekte	209
7.5.7.1. Ex-situ Messungen	209
7.5.7.2. In-situ Messungen	214
7.5.7.3. Reversibler Metall-Nichtmetall-Übergang	217
7.5.8. Der Wasserstoff-Katalysator	223
7.6. Yttrium-Cluster: Vorversuche freier Strahl	227

8. Eisen-Cluster in Fullerit	231
8.1. Statischer und dynamischer Ladungstransfer	232
8.2. Allgemeine Eigenschaften: Eisen, Fullerit	236
8.3. Probenpräparation	237
8.4. Auswertung der TEM Bilder	240
8.5. Auswertung der Extinktionsmessungen	242
9. Cluster aus Indium-Zinn-Oxid (ITO)	247
9.1. Allgemeine Eigenschaften von ITO	247
9.2. Probenpräparation	249
9.3. Auswertung der TEM Bilder	252
9.4. Auswertung der Extinktions- und Leitfähigkeitsmessungen	254
9.5. Anwendungsmöglichkeiten	259
10. Rück- und Ausblick	261
A. Dielektrische Funktionen	269
B. Gitterstrukturen mit interstitiellen Gitterplätzen	275
C. Spektrometer	281
C.1. In-situ Charakterisierung	281
C.1.1. MCS 400 Spektrometer	281
C.1.2. Spektralphotometer PMQ II	282
C.2. Ex-situ Charakterisierung	283
C.2.1. Lambda 19-Spektrometer	283
C.2.2. IFS 45	283
Literaturverzeichnis	284
Abbildungsverzeichnis	295
Tabellenverzeichnis	298