



Quantitative Untersuchung des Laserablationsprozesses mittels Kombination von optischer Spektroskopie und Massenspektrometrie

Jannis Oelmann

Energie & Umwelt / Energy & Environment

Band / Volume 486

ISBN 978-3-95806-453-9

Forschungszentrum Jülich GmbH
Institut für Energie- und Klimaforschung
Plasmaphysik (IEK-4)

Quantitative Untersuchung des Laserablationsprozesses mittels Kombination von optischer Spektroskopie und Massenspektrometrie

Jannis Oelmann

Schriften des Forschungszentrums Jülich
Reihe Energie & Umwelt / Energy & Environment

Band / Volume 486

ISSN 1866-1793

ISBN 978-3-95806-453-9

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
2	Grundlagen der Laser-Material-Wechselwirkung	5
2.1	Ablationsmechanismen	6
2.2	Plasmabildung	14
2.3	Laserinduzierte Messtechniken zur Probenanalyse	16
3	Messmethoden und Versuchsaufbau	21
3.1	Laserinduzierte Ablation	22
3.2	Laserinduzierte Plasmaspektroskopie mit ps-Laserpulsen im Vakuum	27
3.3	Laserinduzierte Ablations-Quadrupol-Massenspektrometrie	31
3.3.1	Kalibrierung des Quadrupol-Massenspektrometers	37
3.3.2	Fragmentierung in der Ionenquelle	43
3.3.3	Analyse der Restgaszusammensetzung nach laserinduzierter Ablation	45
3.4	Laserinduzierte Ablations-Flugzeitmassenspektrometrie	46
3.4.1	Optimierung des Flugzeitmassenspektrometers	46
3.4.2	Kalibrierung der Massenskala	49
3.5	Weitere Diagnostiken zur Probencharakterisierung	51
4	Oberflächenprozesse während der Ablation	55
4.1	Kraterbildung in einer Solarzelle	55
4.1.1	Tiefenaufösung der laserinduzierten Ablation	61
4.1.2	Schichtablösung bei laserinduzierten Ablationen	62
4.2	Krateranalyse in Graphitproben	64
4.2.1	Kraterstruktur	64
4.2.2	Bestimmung der Ablationsraten	66
4.2.3	Energieabhängigkeit des Kraterdurchmessers	71
4.3	Laserinduzierte Fragmentierung	73

5 Laserinduzierte Probenanalyse	77
5.1 Wendelstein 7-X Limiterziegel	77
5.1.1 Symmetriebetrachtungen	85
5.1.2 Analyse der Restgaszusammensetzung	89
5.2 Wendelstein 7-X Divertor-Baffle-Prallplatten	93
5.3 Tiefenaufgelöster Deuteriumgehalt in Graphitproben	99
5.4 Deuteriumrückhaltung in Wolfram	102
6 Zusammenfassung	105
Anhang	109
Literatur	113
Abbildungsverzeichnis	127
Tabellenverzeichnis	131
Abkürzungen und Notationen	133
Publikationsliste	137

Energie & Umwelt / Energy & Environment
Band / Volume 486
ISBN 978-3-95806-453-9