

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
2	Grundlagen der Laser-Plasma-Physik.....	3
2.1	Ultrakurze Lichtpulse mit hohen Intensitäten.....	3
2.2	Wechselwirkung ultrakurzer, hochintensiver Laserpulse mit Materie	4
2.2.1	Überblick zur Plasma-Erzeugung.....	4
2.2.2	Vorpuls und Vorplasma.....	5
2.2.3	Vorgänge im Plasma zeitlichen zwischen dem Vor- und Hauptpuls	7
2.2.4	Vorgänge im Plasma während des Laser-Hauptpulses	8
2.2.5	Effekte zur Erzeugung von Elektronen mit sehr großen Energien	9
2.2.6	Erzeugung von schweren, geladenen Teilchen und Bremsstrahlung.....	11
2.3	Verteilungsfunktionen für Elektronen im Plasma.....	12
3	Zielsetzung für die Messung der Strahlungs-Emission aus laserinduzierten Plasmen und Folgerungen für die Messmethode	17
4	Aufbau und Funktionsweise des Wenig-Kanal-Spektrometers.....	19
4.1	Thermolumineszenz-Detektoren (TLD)	19
4.2	Das Wenig-Kanal-Spektrometer.....	21
5	Computersimulation und verifizierende Messungen zur Bestimmung des Ansprechvermögens des Spektrometers.....	25
5.1	Ansprechvermögen des Wenig-Kanal-Spektrometers.....	25
5.2	Computerprogramm EGS4 zur Berechnung des Ansprechvermögens	25
5.2.1	Funktionsprinzip des Programms.....	25
5.2.2	Benutzung des Programms.....	26
5.2.3	Details zur Dosis-Berechnung.....	27
5.3	Überprüfung der Computersimulation in bekannten Strahlungsfeldern.....	28
5.3.1	Methode der Überprüfung	28
5.3.2	Elektronenstrahlung	29
5.3.3	Photonenstrahlung	32
5.4	Berechnung der Ansprech-Matrizen für Elektronen und Photonen	35
5.4.1	Wesentliche Eigenschaften der Ansprech-Matrizen des Spektrometers.....	35
5.4.2	Randbedingungen bei der Berechnung der Ansprech-Matrizen	38
6	Entfaltung von Fluenzspektren	42
6.1	Matrixgleichung für den Zusammenhang zwischen Fluenz und Dosis.....	42
6.2	Wenigkanalentfaltung.....	43
6.3	Vorinformationen zur Entfaltung.....	44

6.4	Parameteroptimierung mittels Bayesscher Wahrscheinlichkeitstheorie	46
6.5	Anwendung des Programms WinBUGS für die Entfaltung.....	48
6.5.1	Vorbemerkung	48
6.5.2	Eingangsdaten und Form der Ergebnisdaten aus WinBUGS	48
6.5.3	Einzeldaten der Iteration, Konvergenzverhalten	49
6.5.4	Vergleich von gemessenen und den aus den Spektren berechneten Dosiswerten	51
6.5.5	Häufigkeitsverteilungen der optimierten Parameter	53
6.5.6	Korrelationen der optimierten Parameter	54
6.5.7	Zusammenfassung der Ergebnisse der Datenauswertung und Unsicherheit der Fluenzspektren	56
6.6	Überprüfung der gewählten Vorinformation für die Spektren	59
7	Messungen an laserinduzierten Plasmen.....	63
7.1	Durchführung der Experimente	63
7.1.1	Beschreibung der verwendeten Lasersysteme	63
7.1.2	Laserparameter bei den Messungen	63
7.1.3	Durchführung der Bestrahlungen	64
7.2	Auswertung der TLD-Messwerte.....	66
7.2.1	Auswertegerät zur Messung der Glowkurven	66
7.2.2	Einfluss der hohen Dosisleistung	66
7.2.3	Einfluss der Umgebungsstrahlung; Unsicherheit der Dosismessung.....	66
7.3	Ergebnisse der Messungen an laserinduzierten Plasmen	68
7.3.1	Protonen und andere schwere, geladene Teilchen.....	68
7.3.2	Form der Elektronen- und Photonen-Spektren	69
7.3.3	Temperatur der hochenergetischen („heißen“) Elektronen	72
7.3.4	Winkelabhängigkeit der emittierten Strahlung.....	74
7.3.5	Konversionseffizienzen und heiße Elektronentemperaturen.....	83
8	Erste Anwendungen der lasererzeugten ionisierenden Strahlung.....	86
8.1	Einleitung	86
8.2	Erzeugung und Nachweis von Photoneutronen in ^9Be	86
8.2.1	Mechanismen der Erzeugung und des Nachweises von Photoneutronen	86
8.2.2	Bestimmung der Zahl der erzeugten Photoneutronen	88
8.2.3	Bestimmung der verursachenden Photonenfluenz; Vergleich mit Spektren ..	89
8.2.4	Ausblick für die Anwendung für Transmutation.....	89
9	Zusammenfassung und Ausblick	90
10	Literaturverzeichnis	92

Anhang I	Dosismessung mit TLDs	i
I.1	Absolut-Kalibrierung der TLDs	i
I.2	Individuelle Kalibrierfaktoren	ii
I.3	Dosismessung bis 0,1 Gy.....	ii
I.4	Dosiswerte von 0,1 Gy bis 5 Gy	iii
I.5	Dosiswerte oberhalb 5 Gy	iii
I.5.1	Verfahren 1 zur Bestimmung von hohen Dosiswerten:	iii
I.5.2	Verfahren 2 zur Bestimmung von hohen Dosiswerten:	iv
Anhang II	Auswertemethode für andere Anwendungszwecke	vi
II.1	Einleitung	vi
II.2	Computer-Programm zur Verwendung beliebiger Vorinformationen: MAXED	vii
II.3	Test des Entfaltungsverfahrens von MAXED	vii
II.3.1	Beispiel 1: Photonenspektrum einer Röntgenanlage mit 15 kV Spannung	vii
II.3.2	Beispiel 2: Photonenspektrum einer Röntgenanlage mit 300 kV Spannung ..	viii
II.3.3	Beispiel 3: Photonenspektrum eines Beschleunigers mit 2 MV Spannung	viii
II.3.4	Beispiel 4: Photonenspektrum eines Beschleunigers mit 6 MV Spannung	x
II.3.5	Beispiel 5: Photonenspektrum eines Beschleunigers mit 20 MV Spannung	x
II.3.6	Zusammenfassung der Ergebnisse.....	xi
Summary	xii
Danksagung	xv
Lebenslauf	xvii
Ehrenwörtliche Erklärung	xix