

Inhaltsverzeichnis

I	Einleitung	1
1	Einleitung	3
II	Theoretische Grundlagen	7
2	Ion-Festkörper-Wechselwirkung	9
3	Bremsvermögen von Ionen im Festkörper	9
3.1	Totales Bremsvermögen	11
3.2	Nukleares Bremsvermögen	13
3.3	Elektronisches Bremsvermögen	14
3.3.1	Bremsvermögen bei niedrigen Projektilenergien	15
3.3.2	Bremsvermögen bei hohen Projektilenergien	16
3.4	Bremsvermögen in zusammengesetzten Festkörpern	17
4	Ladungszustand des Projektils im Festkörper	17
4.1	Elektroneneinfang und -verlust im Festkörper	18
4.2	Gleichgewichtsladungszustand des Projektils	19
4.3	Bohr-Lindhard-Modell	20
4.4	Betz-Grodzins-Modell	22
4.5	Veje-Zaikov-Modell	22
5	Teilchenspuren im Festkörper	24
5.1	Teilchenspurentstehung	24
5.1.1	Spurkern	26
5.1.2	Spurhalo	26
5.2	Modelle für die Teilchenspurbildung	28
5.2.1	Coulomexplosions-Modell	28
5.2.2	Thermal-Spike-Modell	29
5.3	Teilchenspur und Sekundärteilchenemission	31
5.3.1	Sekundärionen: Boten für den Spurdurchmesser	32
5.3.2	Temperatur in Teilchenspuren	34
6	Sekundärteilchenemission von Festkörpern	35
7	Modelle für die nukleare Zerstäubung	36
7.1	Einzelstoß-Modell (Single Knock-on)	36
7.2	Lineares Kollisionskaskaden-Modell	38
7.3	Kollisionsspike-Modell	40

8	Desorptions-Modelle	40
8.1	Coulombexplosionsmodell	41
8.2	Elektronenbeschuß (Hit Modell)	41
8.2.1	Popcorn-Modell	43
8.3	Anregungsmodell	44
8.4	Stoßwellen-Modell (Shock-Wave)	46
8.5	Druckpuls-Modell (Pressure-Pulse)	47
9	Thermische Desorptionsmodelle	49
9.1	Thermisch aktiviertes Desorptionsmodell	50
9.2	Volumen-Desorptionsmodell	51
10	Sonstige Desorptionsmodelle	52
10.1	Pre-Impact-Desorptionsmodell	52
11	Sekundärionenemission und Meteoriteneinschlag	54
III	Experiment und Auswertung	57
12	Strahlpräparation und Strahlführung	59
12.1	Van de Graaff-Beschleuniger (IKF und PUC)	59
12.1.1	Kollimation	60
12.1.2	Vakuum-Meßkammeraufbau	61
12.1.3	Erzeugung von H^+ -Projektilen im Bereich des $(dE/dx)_e$ - Maximums	62
12.2	Beschleunigerstruktur an der GSI	62
12.3	Hochladungsinjektor (GSI)	63
12.3.1	Kollimation am HLI 11°-Strahlskanal	64
12.3.2	Vakuum-Meßkammeraufbau	66
13	Targets	66
13.1	Herstellung freitragender C- und Cu-Targets	67
13.1.1	Herstellung freitragender LiF-Targets	67
13.2	Herstellung deuterierter und hydrogenierter Kohlenstofftargets	67
13.3	Verunreinigungen von Festkörpertargets	68
13.4	Restgasmessung mit dem Quadrupolmassenspektrometer	69
13.5	Targetoberflächenkontrolle mit dem Flugzeitspektrometer	70
13.6	Targetoberflächenkontrolle mit dem Elektronenmikroskop	72
13.6.1	Targetkontrolle durch charakteristische Röntgenstrahlung	73

14 Sekundärionenspektrometrie	74
14.1 Grundlagen der Flugzeitmessung	74
14.2 Lineares Flugzeitspektrometer	77
14.3 Zylindersymmetrisches Flugzeitspektrometer	79
14.4 Massen- und Energiemessung der Sekundärionen	80
14.5 Massenauflösung der Flugzeitspektrometer	81
15 Detektoren zum Teilchennachweis	82
15.1 Channeltron-Detektor	82
15.2 Microchannel-Plate-Detektor	85
16 Targettemperaturmessung	87
16.1 Targethalter mit Temperaturregelung	87
16.2 Temperaturmessung mit Pt-100	88
17 Elektronik und Datenaufnahme	89
17.1 Verarbeitung der Detektorsignale	89
17.2 Singlehit-Datenaufnahme MEDA	90
17.2.1 Normierung der Flugzeitspektren	92
17.3 Multihit-Datenaufnahme MULTI	93
17.4 Charakterisierung des Strahlstroms	96
18 Datenauswertung	97
18.1 Masseneichung der Flugzeitspektren	97
18.2 Fehlerbetrachtung	98
IV Ergebnisse und Diskussion	101
19 Variation von Projektileigenschaften	104
19.1 Geschwindigkeitseffekt	104
19.1.1 H^+ induzierte Sekundärionenemission	106
19.1.2 Kritisches-Energiedichte-Modell	109
19.1.3 Teilchenspur und Sekundärionenemission	112
19.1.4 N induzierte Li^+ -Emission	115
19.1.5 Ergebnisse und Diskussion der $N^{q_{eq}}$ induzierten Li^+ -Emission	116
19.2 Projektilmasse und Sekundärionenemission	119
19.2.1 Änderung der Energiedichte im konstanten Spurvolumen . . .	120
19.3 Variation der Projektilladung	125
19.3.1 Bestimmung der Teilchenspurstruktur	126
19.3.2 Bestimmung des Gleichgewichtsladungszustands	132

20 Variation von Targeteigenschaften	134
20.1 Desorption von nichtleitendem Target	135
20.1.1 Desorption von $C_xH_y^+$ -Sekundärionen vom LiF-Target	136
20.1.2 Bindungsenergie der $C_xH_y^+$ -Sekundärionen am LiF-Target . .	138
20.1.3 Desorption von H^+ - und Li^+ -Ionen	141
20.2 Desorption vom leitenden Target	146
20.2.1 Desorption von $C_xH_y^+$ -Sekundärionen vom Cu-Target	148
20.2.2 Bindungsenergie der $C_xH_y^+$ -Sekundärionen am Cu-Target . .	151
20.2.3 Desorption von H^+ -Ionen	153
20.3 Sekundärionenemission aus dem Targetvolumen	156
20.3.1 Ergebnisse und Diskussion	159
 V Zusammenfassung	 163
21 Zusammenfassung und Ausblick	165
 VI Anhang	 173
A Target-Temperaturmessung	175
A.1 Heizungssteuerung für den Targethalter	175
A.2 Quellcode des Pt-100 Programms	175
B Temperatur in der Teilchenspur	177
C Elektrisches Feld in der Teilchenspur	178
D Tabellen	181
D.1 Sekundärionenausbeuten	181
D.1.1 H^+ -induzierte Sekundärionenemission	181
D.1.2 $N^{q_{eqv}}$ induzierte Li^+ -Emission	182
D.1.3 Änderung der Energiedichte im konstantem Spurvolumen . .	183
D.1.4 Desorption bei Änderung der Targettemperatur	185
D.1.5 Desorption bei Änderung der Projektilladung	187
 VII Literaturverzeichnis	 189
 VIII Danksagung	 203