

---

# Inhaltsverzeichnis

---

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Die Elektronen-Stretcher-Anlage ELSA . . . . .	1
1.2	Intensitätserhöhung im Stretcherring . . . . .	4
<b>2</b>	<b>Strahldynamik in Kreisbeschleunigern</b>	<b>7</b>
2.1	Koordinatensysteme und Bezugsgrößen . . . . .	7
2.2	Longitudinaler Phasenraum . . . . .	8
2.3	Transversaler Phasenraum . . . . .	14
2.4	Strahllebensdauer . . . . .	17
<b>3</b>	<b>Hochfrequenzsysteme an Teilchenbeschleunigern</b>	<b>19</b>
3.1	Hochfrequenztransport in Rechteckhohlleitern . . . . .	20
3.2	Hohlleiterkomponenten . . . . .	22
3.3	Hohlraumresonatoren . . . . .	25
<b>4</b>	<b>Kohärente Multi-Bunch-Instabilitäten</b>	<b>31</b>
4.1	Wakefelder und Impedanzen . . . . .	31
4.2	Schwingungsmoden kohärenter Multi-Bunch-Instabilitäten . . . . .	34
4.3	Robinson-Instabilitäten . . . . .	36
<b>5</b>	<b>Die Hochfrequenzanlage an ELSA</b>	<b>39</b>
5.1	Die fünfzelligen PETRA-Resonatoren . . . . .	39
5.2	Bandpassfilter für die PETRA-Resonatoren . . . . .	44
5.3	Messung der synchronen Strahlphase . . . . .	45
<b>6</b>	<b>Das Bunch-by-Bunch-Feedback-System</b>	<b>49</b>
6.1	Aufbau und Funktionsweise des Bunch-by-Bunch-Feedback-Systems . . . . .	49
6.2	Filterkoeffizienten und -transferfunktionen . . . . .	57
6.3	Diagnosemöglichkeiten und Strahlanregung . . . . .	60
6.4	Hochstrombetrieb mit dem Bunch-by-Bunch-Feedback-System . . . . .	62
6.5	Betrieb auf der schnellen Energierampe . . . . .	62
<b>7</b>	<b>Arbeitspunktmessung und -korrektur im Stretcherring</b>	<b>67</b>
7.1	Spindynamik in Kreisbeschleunigern . . . . .	68
7.2	Kompensation intrinsischer Resonanzen . . . . .	69
7.3	Funktionsprinzip der Arbeitspunktmessung . . . . .	69

7.4	Arbeitspunkt Korrektur im Stretcherring . . . . .	72
<b>8</b>	<b>Analyse von Multi-Bunch-Instabilitäten</b>	<b>77</b>
8.1	Identifizierung von Multi-Bunch-Instabilitäten . . . . .	77
8.2	Ein Multi-Bunch-Moden-Monitor für das ELSA-Kontrollsystem . . . . .	77
8.3	Berechnung der Anstiegszeiten von Multi-Bunch-Instabilitäten . . . . .	79
8.4	Messung der Anstiegszeiten von Multi-Bunch-Instabilitäten . . . . .	82
8.5	Temperaturabhängigkeit der Multi-Bunch-Instabilitäten . . . . .	83
8.6	Zeitverhalten von Multi-Bunch-Moden . . . . .	85
8.7	Frequenzspektrum der PETRA-Resonatoren . . . . .	88
<b>9</b>	<b>Ein schmalbandiges Multibunch-Feedback-System für ELSA</b>	<b>91</b>
9.1	Funktionsprinzip des schmalbandigen Feedback-Systems . . . . .	91
9.2	Schmalbandiger Korrektor des Feedback-Systems . . . . .	92
9.3	Ansteuerung und Leistungsaufnahme des Resonators . . . . .	92
<b>10</b>	<b>Füllstrukturmanipulation mit dem Bunch-by-Bunch-Feedback-System</b>	<b>95</b>
10.1	Messung der Füllstruktur im Stretcherring . . . . .	95
10.2	Bunch-Cleaning . . . . .	96
10.3	Niedrige Intensitäten für Detektortests . . . . .	97
10.4	Single-Bunch-Akkumulation . . . . .	97
<b>11</b>	<b>Diagnose der Strahldynamik im Booster-Synchrotron</b>	<b>99</b>
11.1	Betriebsmodus und Hochfrequenzsystem . . . . .	99
11.2	Messverfahren im Booster-Synchrotron . . . . .	100
11.3	Longitudinale Strahldynamik . . . . .	101
11.4	Transversale Strahldynamik . . . . .	102
<b>12</b>	<b>Eine neue Ansteuerung für das ELSA-Hochfrequenzsystem</b>	<b>105</b>
12.1	Grundkonzept des LLRF-Systems . . . . .	106
12.2	Digitale Hochfrequenz-Regelschleife . . . . .	107
12.3	Digitale Resonanzregelung . . . . .	115
12.4	Interlocksystem . . . . .	117
12.5	Diagnosemöglichkeiten . . . . .	119
12.6	Einbindung in das ELSA-Kontrollsystem . . . . .	122
12.7	Regelung der Klystronhochspannung . . . . .	123
12.8	Korrektur des fehlangepassten Phasenvorschubs zwischen den Resonatoren . . . . .	124
12.9	Stabilisierung von Synchrotronfrequenz und Strahlphase . . . . .	127
<b>13</b>	<b>Eine neue Hochfrequenzanlage für ELSA</b>	<b>131</b>
13.1	Strahlstromlimitierung durch die Hochfrequenzversorgung . . . . .	131
13.2	Anforderungen an die neue Hochfrequenzanlage . . . . .	132
13.3	Aufbau und Konzeptionierung der neuen Hochfrequenzanlage . . . . .	135
13.4	Untersuchungen zu HOM-Verhalten . . . . .	136
<b>14</b>	<b>Studien zu Koppelimpedanzen der Strahlkammer</b>	<b>141</b>
14.1	Grenzfrequenz der Vakuumkammer . . . . .	142
14.2	Koppelimpedanzen und Überbrückung der keramischen Isolatoren . . . . .	143

14.3 Koppelimpedanzen und Überbrückung der Kammerflansche . . . . .	146
<b>15 Ein Hochstrom- und Single-Bunch-Injektor für ELSA</b>	<b>151</b>
15.1 Anforderungen an den Injektor . . . . .	152
15.2 Energie-Kompressor-System am LINAC 1 . . . . .	153
15.3 Ein neues Hohlleitersystem für den LINAC 1 . . . . .	153
15.4 Diagnose im Hohlleitersystem . . . . .	160
15.5 Eine Ablaufsteuerung zur Single-Bunch-Akkumulation in ELSA . . . . .	161
<b>16 Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>167</b>
<b>A Anhang</b>	<b>169</b>
A.1 Kontrollsystemapplikationen . . . . .	169
A.2 Technische Zeichnungen . . . . .	170
<b>Literatur</b>	<b>173</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>177</b>
<b>Danksagung</b>	<b>187</b>