

## Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einleitung</b>	<b>5</b>
1.1 Aktive Plasmaresonanzspektroskopie . . . . .	5
1.2 Verschiedene Bauformen . . . . .	6
1.2.1 Die Impedanzsonde . . . . .	7
1.2.2 Die Multipol-Resonanz-Sonde . . . . .	8
1.3 Ziel dieser Arbeit . . . . .	9
<b>2 Mathematische Beschreibung von Plasmen</b>	<b>11</b>
2.1 Kinetische Theorie . . . . .	11
2.1.1 Boltzmann-Stoßterm . . . . .	12
2.1.2 Elastischer Stoßterm . . . . .	12
2.2 Fluideodynamik . . . . .	13
2.2.1 Das kalte Plasmamodell . . . . .	13
2.2.2 Hochfrequente Plasmaphänomene . . . . .	14
2.3 Konsistente Kopplung der Plasmabeschreibung an elektromagnetische Felder . . . . .	15
2.4 Die elektrostatische Näherung . . . . .	16
<b>3 Abstraktes fluiddynamisches Modell der aktiven Resonanzspektroskopie</b>	<b>17</b>
3.1 Abstraktes Modell der aktiven Resonanzspektroskopie . . . . .	17
3.2 Zustandsraumbeschreibung der Dynamik . . . . .	18
3.3 Physikalische Interpretation der allgemeinen Lösung . . . . .	20
3.4 Geometrische Spezifikation der Sonde . . . . .	22
3.5 Berechnung der Eigenzustände des konservativen Operators . . . . .	24
3.6 Skalarprodukt und Norm im kugelgeometrischen System . . . . .	29
3.7 Berechnung eines allgemeinen Anregungszustandes . . . . .	31
3.8 Koppeladmittanzen kugelgeometrischer Sonden . . . . .	33
3.9 Resonanzverhalten der Impedanzsonde . . . . .	37
3.10 Resonanzverhalten der Multipol-Resonanz-Sonde . . . . .	40
3.11 Fazit zur fluiddynamischen Beschreibung . . . . .	44
<b>4 Abstraktes kinetisches Modell der aktiven Resonanzspektroskopie</b>	<b>47</b>
4.1 Abstraktes Modell der aktiven Resonanzspektroskopie . . . . .	47
4.2 Bilanzgleichungen der kinetischen Gleichung . . . . .	50
4.2.1 Teilchenbilanz und Bilanz der kinetischen Energie . . . . .	51

4.2.2	Strombilanz und Bilanzgleichung der totalen Energie . . . . .	52
4.2.3	Bilanzgleichung der kinetischen Entropie . . . . .	54
4.3	Kinetische freie Energie . . . . .	55
4.4	Linearisierte kinetische Beschreibung . . . . .	57
4.5	Beschreibung der kinetischen Dynamik im Zustandsraum . . . . .	60
4.6	Funktionalanalytische Beschreibung und physikalische Interpretation . . . . .	63
4.6.1	Formulierung eines Hilbert-Raumes . . . . .	63
4.6.2	Eigenschaften des Stoßoperators . . . . .	64
4.6.3	Eigenschaften des Vlasov-Operators . . . . .	67
4.6.4	Physikalische Interpretation . . . . .	74
<b>5</b>	<b>Kinetische Analyse spezifischer Sondenbauformen</b>	<b>77</b>
5.1	Geometrische Spezifikation der Sonde und Normierung . . . . .	77
5.2	Koordinatentransformation des Phasenraums auf sphärische kinetische Koordinaten . . . . .	78
5.3	VOGS in den Winkeln der sphärischen kinetischen Koordinaten . . . . .	80
5.4	Entwicklung in eine orthogonale Basis . . . . .	82
5.5	Kinetische Analyse einer Parallelektrodensonde . . . . .	84
5.5.1	Die Basismatrix zur Parallelektrodensonde . . . . .	86
5.5.2	Matrizen des Vlasov- und Stoßoperators zur Parallelektrodensonde . . . . .	87
5.5.3	Der Anregungsvektor zur Parallelektrodensonde . . . . .	89
5.5.4	Resonanzverhalten der Parallelektrodensonde . . . . .	90
5.6	Kinetische Analyse der Impedanzsonde . . . . .	94
5.6.1	Die Basismatrix zur Impedanzsonde . . . . .	96
5.6.2	Matrizen des Vlasov- und Stoßoperators zur Impedanzsonde . . . . .	97
5.6.3	Der Anregungsvektor zur Impedanzsonde . . . . .	99
5.6.4	Resonanzverhalten der Impedanzsonde . . . . .	99
5.7	Kinetische Analyse der Multipol-Resonanz-Sonde . . . . .	101
5.7.1	Die Basismatrix zur Multipol-Resonanz-Sonde . . . . .	103
5.7.2	Matrizen des Vlasov- und Stoßoperators zur Multipol-Resonanz-Sonde . . . . .	104
5.7.3	Der Anregungsvektor zur Multipol-Resonanz-Sonde . . . . .	106
5.7.4	Resonanzverhalten der Multipol-Resonanz-Sonde . . . . .	107
5.8	Fazit der kinetischen Analyse . . . . .	109
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>111</b>
6.1	Zusammenfassung . . . . .	111
6.2	Ausblick . . . . .	113
6.2.1	Verwendung der Modelle in der Praxis . . . . .	113
6.2.2	Spektral-kinetische Simulation der MRP . . . . .	114
6.2.3	Untersuchung weiterer Resonanzphänomene . . . . .	115
<b>A</b>	<b>Eigenschaften eines Skalarproduktes</b>	<b>117</b>
<b>B</b>	<b>Orthogonale Funktionen</b>	<b>118</b>
<b>C</b>	<b>Variation der freien Energie</b>	<b>120</b>

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>3</b>
<b>D Kommutatorrelationen</b>	<b>122</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>125</b>