

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	5
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
2	Mathematische Beschreibung von Plasmen	11
2.1	Kinetische Theorie	11
2.1.1	Boltzmann-Stoßterm	12
2.1.2	Elastischer Stoßterm	12
2.2	Fluiddynamik	13
2.2.1	Das kalte Plasmamodell	13
2.2.2	Hochfrequente Plasmaphänomene	14
2.3	Konsistente Kopplung der Plasmapeschreibung an elektromagnetische Felder . .	15
2.4	Die elektrostatische Näherung	16
3	Abstraktes fluiddynamisches Modell der aktiven Resonanzspektroskopie	17
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
4	Abstraktes kinetisches Modell der aktiven Resonanzspektroskopie	47
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
5	Kinetische Analyse spezifischer Sondenbauformen	77
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 Parallelelektrodensonde	84
5.5.1	Die Basismatrix zur Parallelelektrodensonde	86
5.5.2	Matrizen des Vlasov- und Stoßoperators zur Parallelelektrodensonde . .	87
5.5.3	Der Anregungsvektor zur Parallelelektrodensonde	89
5.5.4	Resonanzverhalten der Parallelelektrodensonde	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
6	Zusammenfassung und Ausblick	111
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
A	Eigenschaften eines Skalarproduktes	117
B	Orthogonale Funktionen	118
C	Variation der freien Energie	120

Inhaltsverzeichnis	3
D Kommutatorrelationen	122
Literaturverzeichnis	125