

FORSCHUNGSBERICHTE DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN

Nr. 2363

Herausgegeben im Auftrage des Ministerpräsidenten Heinz Kühn  
vom Minister für Wissenschaft und Forschung Johannes Rau

Dr. Gerhard Himmel  
Prof. Dr. Hans Schlüter

Institut für Experimental-Physik, Lehrstuhl II,  
der Universität Bochum

## Strahlungsvorgänge in Plasmen mit statischem Magnetfeld

- Linienverbreiterung der Wasserstoff-  
linien einer HF-Entladung -



Westdeutscher Verlag Opladen 1973

ISBN-13: 978-3-531-02363-2      e-ISBN-13: 978-3-322-88099-4  
DOI: 10.1007/978-3-322-88099-4

© 1973 by Westdeutscher Verlag, Opladen

Gesamtherstellung: Westdeutscher Verlag

# Inhaltsverzeichnis

	Seite
A Vorwort	1
B Astrophysikalische Aspekte	2
C Bedeutung der Starkverbreiterung für die Diagnostik von Laborplasmen	7
D Theorie der Starkverbreiterung	9
E Die Hochfrequenzentladung	14
F Untersuchung der Balmerlinien	19
1. Meßverfahren	19
2. Apparate- und Dopplerverbreiterung	20
3. Bestimmung der Plasmaparameter	21
a) Balmer-Rekombinationskontinuum	
b) Mikrowelleninterferometrie	
4. Linienprofile der Balmerlinien $H_6$ - $H_{12}$	28
G Untersuchung der Paschenlinien	34
1. Begründung	34
2. Bestimmung der Plasmaparameter	36
a) Bestimmung der Elektronendichte aus den Linienflügeln	
b) Balmerkontinuum	
c) Inglis-Teller-Verfahren	
d) Bestimmung der Elektronentemperatur	
e) Neutralgastemperatur	
3. Meßverfahren	40
4. Vergleich mit theoretischen Ergebnissen	42
a) Diskussion der Linienflügel	
b) Diskussion des Linienzentrums	
H Zusammenfassung und Schluß	45
I Anmerkungen	47
K Literaturverzeichnis	48
L Bildanhang	50

## Abkürzungen

HF	-	Hochfrequenz
hf	-	hochfrequent
nf	-	niederfrequent
qs	-	quasistatisch
nqs	-	nicht-quasistatisch
Ly- $\alpha$	-	Lyman-Alpha

## A Vorwort

Die erstmals von SCHLÜTER<sup>1</sup> beschriebene HF-Entladung, mit der die im folgenden beschriebenen Experimente durchgeführt wurden, hat bereits in zahlreichen plasmaphysikalischen Untersuchungen Anwendung gefunden. Dabei handelt es sich a) um die Beobachtung von Wellenausbreitungsphänomenen, z. B. die Änderung des Plasmalastwiderstands in der Umgebung der unteren Hybridfrequenz (die Ausnutzung dieser Resonanz zur direkten Aufheizung der Plasmaionen wird in letzter Zeit oft diskutiert), b) um Untersuchungen des Frequenzspektrums der HF-Abstrahlung infolge der Plasmafluktuationen und c) um Messungen der Starkverbreiterung im Wasserstoff- bzw. Heliumspektrum. Das Schwergewicht der vorliegenden Arbeit ist auf spektroskopische Untersuchungen der zuletzt genannten Art gelegt. In diesem Zusammenhang beruht die große Bedeutung der stationären HF-Entladung auf der guten Reproduzierbarkeit der Entladungsbedingungen und auf dem hohen Reinheitsgrad des erzeugten Plasmas - es treten keine Verunreinigungen durch Elektrodenmaterialien auf; die Plasmaerzeugung erfolgt durch induktive HF-Einkopplung. Verluste infolge der Diffusion des Plasmas zur Gefäßwand und dort stattfindender Rekombination werden durch das der Entladung in axialer Richtung überlagerte, statische Magnetfeld herabgesetzt. Mit einer solchen Anordnung wird der mit anderen Mitteln schwer zugängliche Parameterbereich relativ geringer Elektronendichte und Elektronentemperatur, der besonders für die Astrophysik von großem Interesse ist, erschlossen. Dieses Interesse wird im folgenden einleitenden Abschnitt, der die Verbindungen zur Physik der Sternatmosphären herausstellt, näher begründet. Auf einige Eigenschaften der HF-Entladung, die von allgemeinem Interesse sein dürften, soll später noch eingegangen werden.