

# Femtosekunden-Spektroskopie an kalten Metallclustern

Inaugural-Dissertation

eingereicht am  
Fachbereich Physik  
der  
Freien Universität Berlin

vorgelegt von  
**Henry Heß**  
aus Ludwigsfelde

Berlin, im November 1999

# Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	3
2	Das NeNePo-Prinzip.....	7
2.1	Das NeNePo-Schema.....	9
2.1.1	Das Silber-Trimer.....	9
2.1.2	Das Photodetachment.....	13
2.1.3	Die Relaxation des Neutralteilchens.....	14
2.1.4	Die Photoionisation.....	15
2.2	Temperatur und fs-Spektroskopie.....	21
2.3	Simulationen des NeNePo-Experiments.....	26
2.3.1	Geometrische Relaxation und IVR-Prozesse des Ag <sub>3</sub> .....	26
2.3.2	Vollständig quantenmechanische Simulationen.....	33
2.3.3	NeNePo-Simulationen an größeren Clustern.....	36
3	Der experimentelle Aufbau.....	38
3.1	Die Vakuumapparatur.....	38
3.1	Das Lasersystem.....	43
3.2.1	Die Stabilität der Pulsenergie.....	45
3.2.2	Die Frequenzverdopplung.....	47
3.3	Ablauf der NeNePo-Experimente.....	50
4	Entwicklung der Oktopolfalle.....	53

4.1	Die Abhängigkeit der Thermalisierung vom Gasdruck und der Gasart	54
4.2	Das elektrische Design der Falle	57
4.3	Das kryotechnische Design der Falle	60
4.4	Die Messung der Falleneigenschaften	62
5	Resultate	65
5.1	Das Silber-Trimer	67
5.1.1	Die Temperaturabhängigkeit der Relaxation des $\text{Ag}_3$ -nichtresonanter Probeschritt	71
5.1.2	Die Temperaturabhängigkeit der Relaxation des $\text{Ag}_3$ - resonanter Probeschritt	73
5.1.3	Die vollständige Thermalisierung	82
5.1.4	Fragmentation	83
5.1.5	Zusammenfassung	86
5.2	Das Silber-Tetramer	87
5.2.1	Die Eigenschaften des Silber-Tetramers	89
5.2.2	Die Leistungsabhängigkeit und die Fragmentation	91
5.2.3	Die Analyse der Oszillation	95
5.2.4	Zusammenfassung	99
5.3	NeNePo-Experimente am Silber-Pentamer	100
6	Zusammenfassung und Ausblick	103
7	Literaturverzeichnis	106

## Danksagung

Am Zustandekommen dieser Arbeit sind viele Menschen mitschuldig. Leider kann ich nur einige von ihnen in dieser Danksagung stellvertretend erwähnen.

Herrn Professor Ludger Wöste ist es zu verdanken, daß diese Promotion unter optimalen Rahmenbedingungen stattfand. Die verlässliche Unterstützung, auf die ich trotz vieler unerwarteter Ereignisse in dieser Zeit immer zählen konnte, hat mir die Zuversicht gegeben, auch lange Durststrecken zu überstehen. Wissenschaft ist mit ihm immer aufregend, und selbst ein gescheitertes Projekt (Codename: „Schweine im Weltraum“) bleibt als großes Abenteuer im Gedächtnis.

Als nächstes möchte ich Herrn Dr. Thomas Leisner für seine intensive Betreuung danken. Seine Feststellung: „Was Du Dir ausdenkst, gibt es entweder schon, oder es funktioniert nicht.“ war mir oft eine wertvolle Orientierungshilfe.

Wiebke Zimmer, Hermann LabView Vortisch, Thomas Leisner und Knut Asmis verdanke ich, daß die Dissertation rechtzeitig fertig wurde.

Das Verständnis meines Zweitgutachters Professor Adalbert Ding für die Terminprobleme eines Experimentalphysikers muß an dieser Stelle gewürdigt werden.

Die gesamte Arbeitsgruppe ist mir sehr ans Herz gewachsen. Vor allem die Gespräche mit Dir werde ich vermissen.

Suzanne, Lisa und V. G. haben die Zeit des Zusammenschreibens schöner und spannender gemacht.

Philipp K., meinem Promotionstherapeuten, danke ich für die Sitzungen in der Kapelle. Oli Hübner ist für den Ansporn zum sportlichen Ausgleich zu danken.

Meine Eltern fanden das Unternehmen sowieso recht einfach, was mich sehr beruhigt hat.