

Forschungs- und Entwicklungsarbeiten für Photospaltungsexperimente an ELI – Nuclear Physics



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

(Projekt GBS1)

Professor Dr. Joachim Enders

Institut für Kernphysik, TU Darmstadt
Schlossgartenstraße 9, D-64289 Darmstadt, Germany
E-Mail enders@ikp.tu-darmstadt.de

Kollaboration:

M. Peck – TU Darmstadt
A. Göök, S. Oberstedt – EC-JRC Geel
A. Oberstedt – ELI-NP

Förderung: BMBF 05P15RDENA1

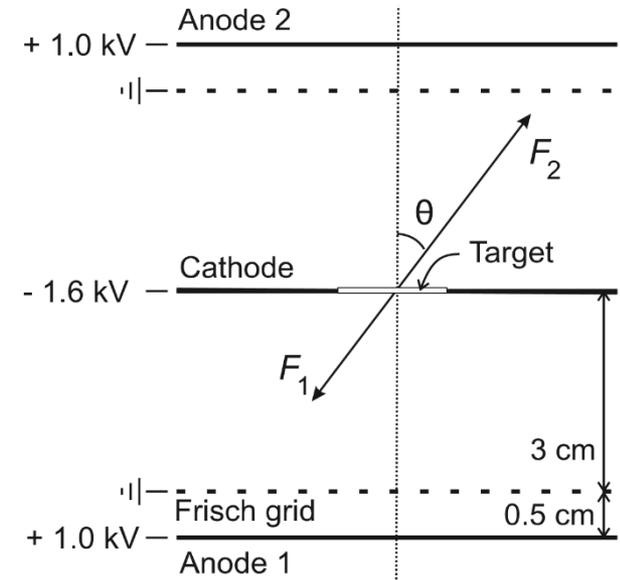
Kooperation:

TU Darmstadt – T. Kröll, N. Pietralla
U Köln – A. Zilges
LMU München – P. Thiolf



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

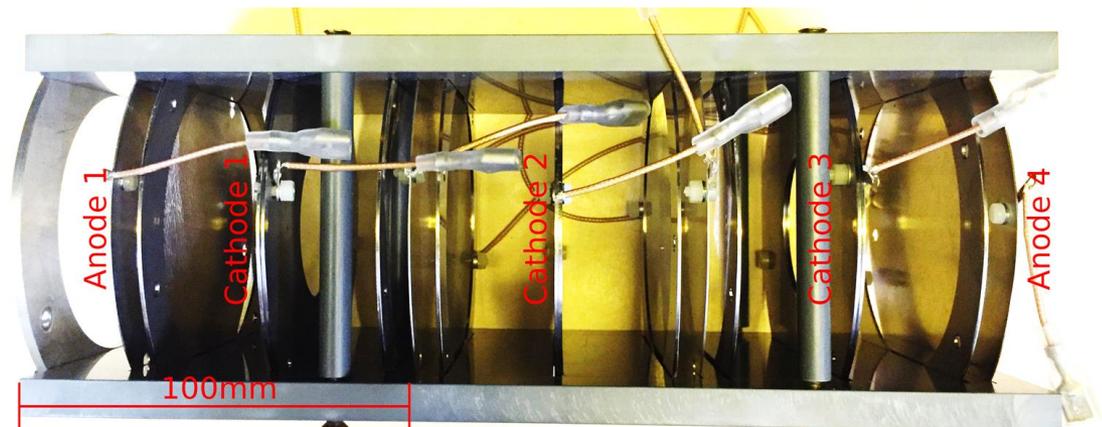
- Entwicklungsarbeiten
 - Multi-Kathoden-Ionisationskammer
 - Segmentierte Anoden
 - Detektorgas-Optimierung
- Testexperimente am S-DALINAC
 - Korrelierte Winkel-, TKE- und Massenverteilungen
- Ausblick auf ELI-NP
 - Parität und K-Quantenzahl von Zwischenzuständen
 - Spaltisomere



A. Gök, Dissertation,
TU Darmstadt (2012)

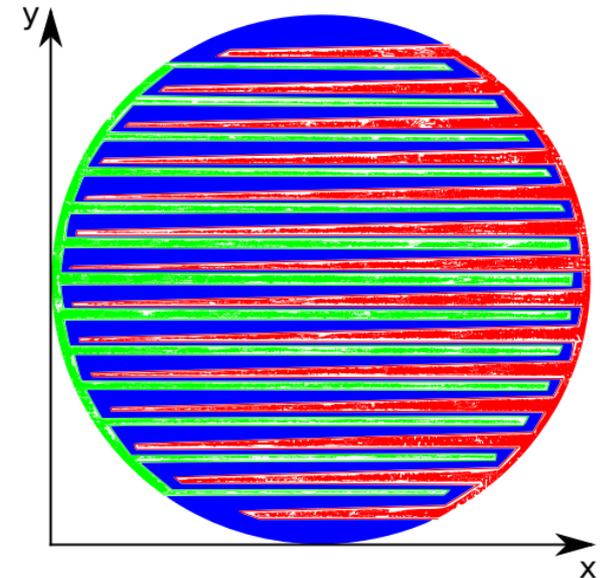
Entwicklung: Multi-Kathoden-Detektor

- Motivation
 - Niedriger Wirkungsquerschnitt in der Nähe der Spaltbarriere
 - Niedrige Luminosität → niedrige Zählrate
 - Targetdicke beeinflusst die gemessenen Massenverteilungen
- Ansatz
 - Modulares Detektorsystem mit mehreren Targets
- Status
 - System getestet $^{238}\text{U}(n,f)$, $^{238}\text{U}(\gamma,f)$
 - Detektor einsetzbar
 - Targets \perp Strahlrichtung
 - Veröffentlichung:
M. Peck et al.,
EPJ Web of Conferences,
im Druck



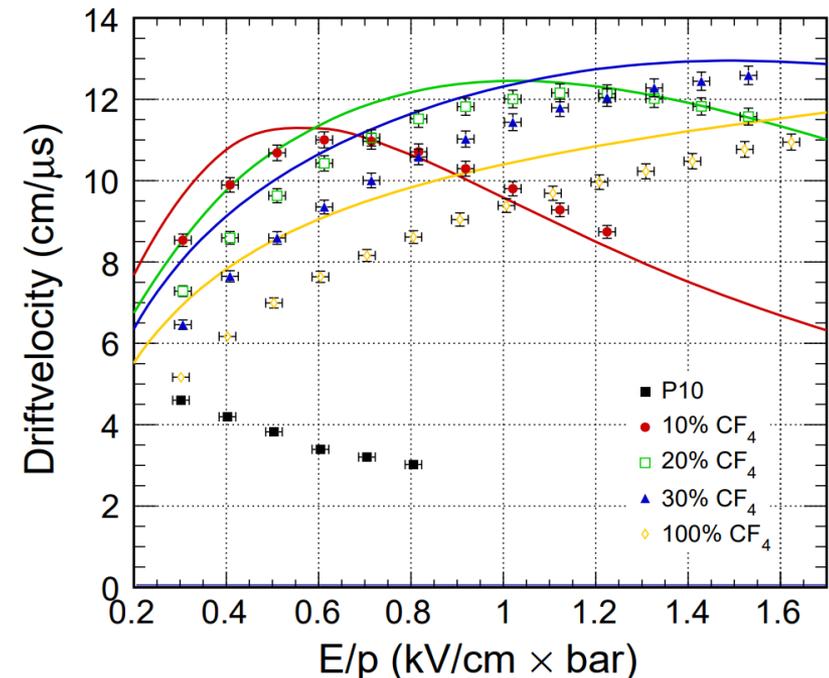
Entwicklung: Segmentierte Anoden

- Motivation
 - Bestimmung von Polar- und Azimutwinkel
 - Gesamtdrehimpuls, K-Quantenzahl und Parität der Zwischenzustände
- Ansatz
 - Aufteilung der Anoden in je drei Segmente
 - Ausnutzung der Kollinearität der Spaltfragmente
 - Segmentierung 90° gedreht für die beiden Anoden
- Status
 - Keine zufriedenstellenden Resultate bei flächigen Targets
 - Kooperationspartner in Geel: Alternatives Konzept mit Messung beider Winkel für jedes Spaltfragment
 - Rekonstruktion des Ursprungs des Spaltereignisses

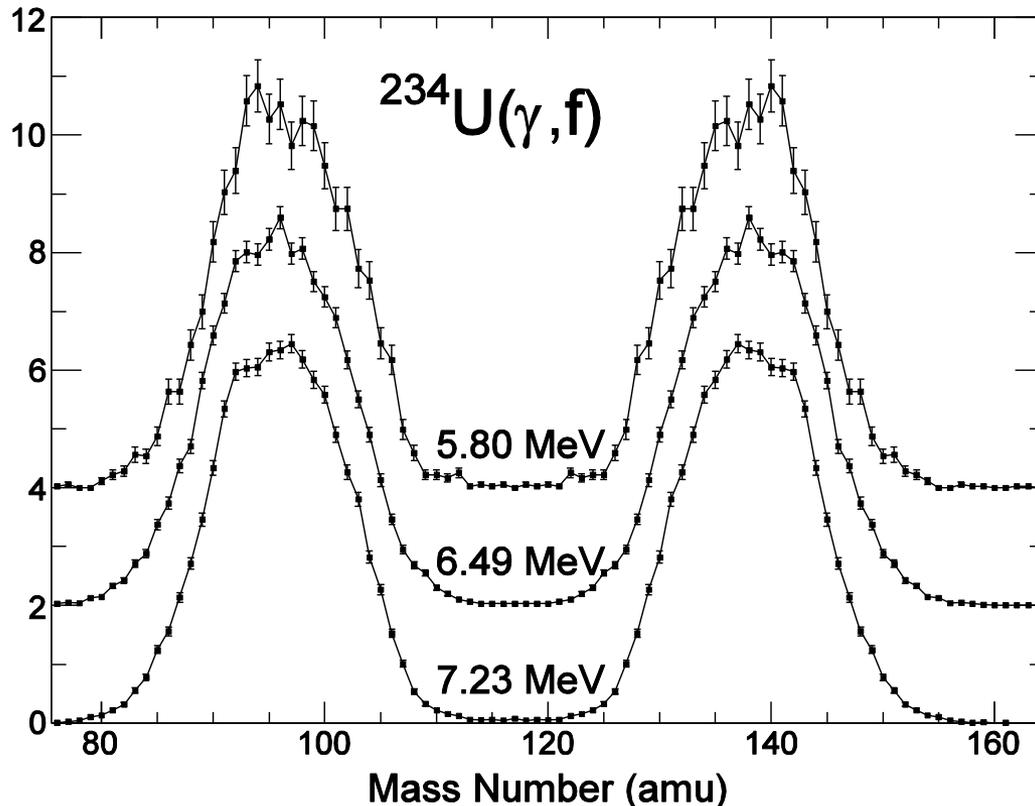


Entwicklung: Detektorgas-Optimierung

- Motivation
 - Detektorgas P-10 hat begrenztes Bremsvermögen
 - Suche nach Detektorgas mit gleicher Auflösung und höherem Bremsvermögen
 - Kompaktere Detektoren möglich
 - Mehrere Targets in gleichem Volumen
- Ansatz
 - Ar+CF₄ als mögliches Detektorgas
- Status
 - Höheres Bremsvermögen
 - Gute Auflösung nur bei niedrigerem Druck
 - Zz. keine Verbesserung gegenüber P-10 nachweisbar
 - Veröffentlichung in Vorbereitung



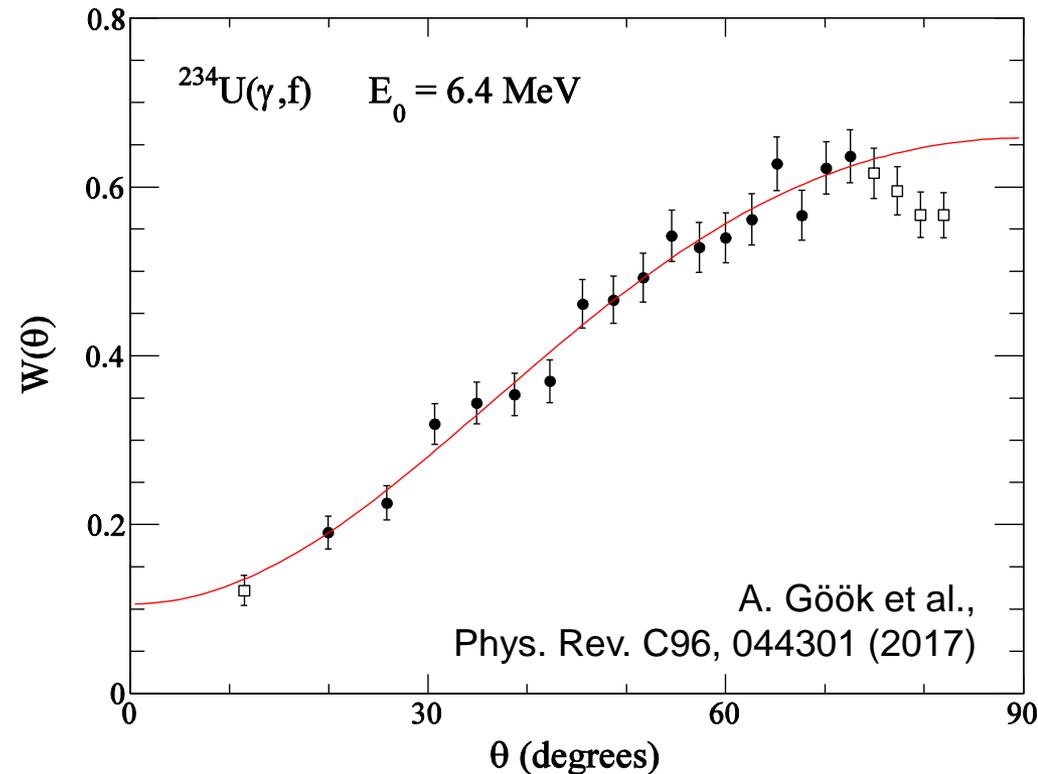
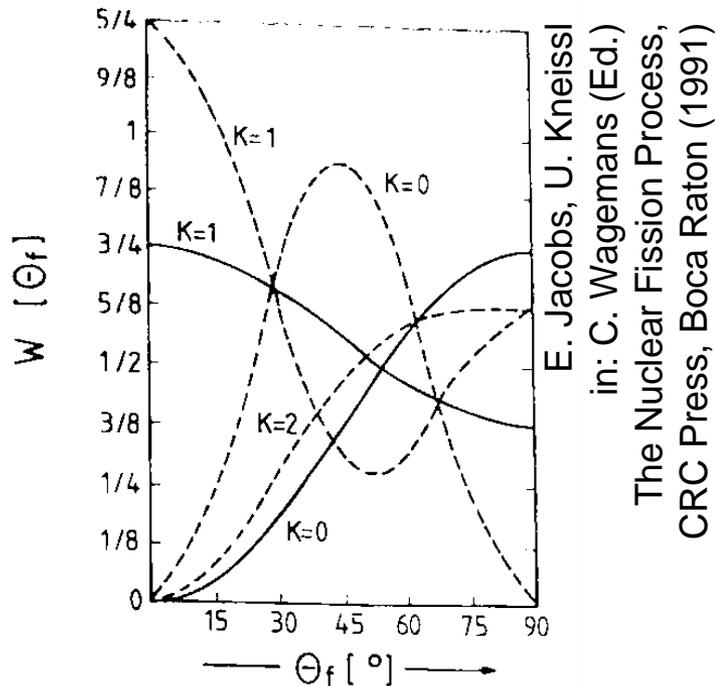
Testexperiment: Fragmentmassenverteilung – ^{234}U



A. Gök et al.,
Phys. Rev. C 96, 044301 (2017)

- Massenverteilung als Funktion der mittleren Anregungsenergie
 - S-DALINAC: Bremsstrahlungsspektrum
- Analysis im Multi-modal Random-neck-rupture Modell
 - Bestimmung von „Brosa-Moden“
Phys. Rep. 197, 167 (1990)
 - Anpassung an Massen- und TKE-Verteilung
 - Parametrisierung durch drei Standardmoden: S1, S2, SL

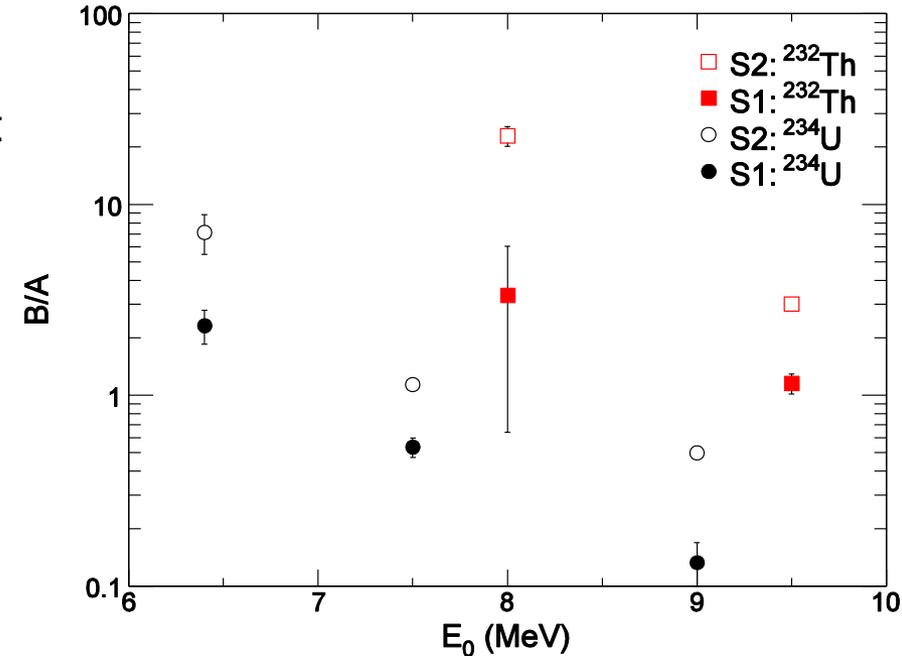
Testexperiment: Winkelverteilungen – ^{234}U



- Winkelverteilungen ↔ Quantenzahlen von Zwischenzuständen
 - Entwicklung in $\sin^2\theta$
 - Verhältnis der Koeffizienten A/B: Anisotropie, K-Quantenzahl
 - Verhältnis der Koeffizienten C/B: Quadrupol-Dipol-Verhältnis

Testexperiment: Anisotropie der Spaltmoden in ^{234}U und ^{232}Th

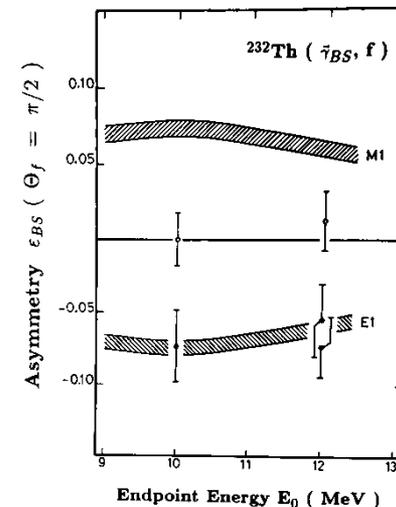
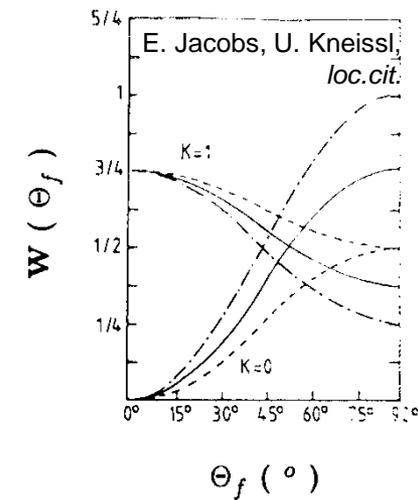
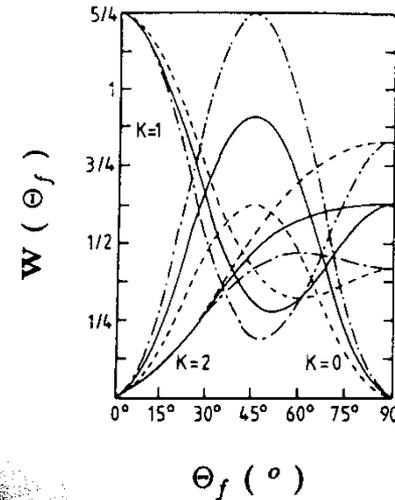
- Erwartung:
 - Asymmetrische S2-Spaltmode dominiert
 - höhere Penetrabilität der Spaltbarriere
 - Verhältnis B/A sollte klein sein
- Beobachtung:
 - **große** Verhältnisse B/A für S2-Spaltmoden
 - noch unverstanden!
- Nächste Schritte:
 - Erweiterung der Experimente zu niedrigeren Energien



A. Gök et al.,
Phys. Rev. C 96, 044301 (2017)

Ausblick auf ELI-NP: Winkelverteilungen

- Korrelierte Massen-, TKE- und Winkel-Verteilungen
 - Struktur der Barriere, Zwischenzustände
- ELI-NP: Transversale Strahlpolarisation
 - K-Quantenzahl, Multipolcharakter
- Benötigte Instrumentierung
 - Winkelrekonstruktion (polar + azimuthal)
 - ELI-BIC gestattet keine Winkelmessung
 - Dedizierte Kammer
- Ergänzung:
 - Simultane Messung von γ und n
 - Kombination mit ELIGANT-GN



Ausblick auf ELI-NP

Bevölkerung von Spaltisomeren

- Relevante Nuklide und Lebensdauern
- Eigenschaften von verzögerten Spaltfragmenten
- Ausnutzung der Zeitstruktur
 - ELI-NP
 - 16 ns Bunch-Abstand
 - 10 ms Makropuls-Abstand
 - Testmöglichkeiten am S-DALINAC nach Upgrade Photoelektronenquelle
 - 333 ps cw Standardbetrieb
 - Variabler Bunchabstand, z.B. 107 ns, ...
- Instrumentelle Entwicklungen
 - Digitalelektronik
 - Unterdrückung prompter Ereignisse (z.B. durch Vorverstärker-Reset)

