

KfK 2786 B  
April 1979

**Messung von Energiespektren  
und korrelierten geladenen  
Sekundärteilchen nach der  
Absorption gestoppter  
negativer Pionen in  
sauerstoffhaltigen Targets**

D. Münchmeyer  
Institut für Kernphysik

**Kernforschungszentrum Karlsruhe**



KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE

Institut für Kernphysik

KfK 2786 B

Messung von Energiespektren und korrelierten geladenen  
Sekundärteilchen nach der Absorption gestoppter negativer  
Pionen in sauerstoffhaltigen Targets <sup>+</sup>)

Dietrich Münchmeyer

<sup>+</sup>) von der Fakultät für Physik der Universität Karlsruhe  
genehmigte Diplomarbeit

Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH, Karlsruhe

Als Manuskript vervielfältigt  
Für diesen Bericht behalten wir uns alle Rechte vor

Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH  
ISSN 0303-4003

## Zusammenfassung

Im Rahmen der seitens einer Arbeitsgruppe des Instituts für Kernphysik am Schweizerischen Institut für Nuklearforschung durchgeführten experimentellen Untersuchungen zur Anwendung negativer Pionen in der Krebstherapie werden Energiespektren von geladenen Sekundärteilchen nach Pionabsorption in sauerstoffhaltigen Targets gemessen.

Als Targets werden Folien von  $0.259$  und  $0.0183 \text{ g cm}^{-2}$  Zelluloseazetat und  $0.277$  sowie  $0.0199 \text{ g cm}^{-2}$  Hostaphan verwendet. Die relativen Einfangraten von Pionen in Kohlenstoff und Sauerstoff verhalten sich hierbei, wie durch Messung der pionischen Röntgenstrahlung gezeigt wurde, wie  $1.1:1$  bzw.  $1.7:1$ . Getrennt werden Protonen, Deuteronen, Tritonen, Helium-3-, Helium-4-, Lithium-6- und Lithium-7-Kerne im Energieintervall von  $1.5 \text{ MeV}$  bis zu den kinematischen Grenzenergien.

Von physikalischem Interesse sind die Produktionsspektren der Sekundärteilchen, die man durch Korrektur der Energie- und Teilchenverluste in den endlich dicken Targets erhält.

Vergleiche dieser Produktionsspektren untereinander und mit Messungen von Mechttersheimer et al. an reinem Kohlenstoff zeigen eine Abnahme derjenigen Energie, die von einer bestimmten Sekundärteilchenart je gestopptem Pion in Form kinetischer Energie weggetragen wird, mit wachsendem Sauerstoffgehalt des Targets. Der Anteil der Helium- und Lithiumkerne, bezogen auf die Protonenausbeute, nimmt ebenfalls ab.

Wichtig für die strahlenbiologische Wirkung sind die berechneten Dicktargetausbeuten, die dem Fluß geladener Sekundärteilchen in einem ausgedehnten Bestrahlungsvolumen entsprechen. Hier zeigt sich eine Dominanz der Wasserstoffisotope, die sich für sauerstoffhaltige Targets, verglichen mit Kohlenstoff, weiter verstärkt. Dies verringert die biologische Effektivität.

Simultan durchgeführte Messungen koinzidenter, unter  $180^\circ$  korrelierter, geladener Sekundärteilchen lassen auf einen erheblichen Anteil interner 'Pick-up'-Reaktionen schließen. Die Häufigkeit von Reaktionen, an denen  $\alpha$ -Teilchen beteiligt sind, weist auf deren Entstehung durch 'Knock out'-Reaktionen hin. Der große Anteil niederenergetischer Verdampfungsteilchen ist in diesem Spektrum wegen der Isotropie dieses Anteils stark unterdrückt.

Messungen des hochenergetischen Endes des Protonenspektrums mit einem hochauflösenden Ge-Detektor zeigen Strukturen, die vermutlich Anregungen von  $^{11}\text{Be}$  entsprechen. Die daraus abgeschätzte Rate der Reaktion  $^{12}\text{C}(\pi^-, p)^{11}\text{Be}^*$  wäre in Einklang mit früheren Aktivitätsmessungen von Coupat et al.

MEASUREMENT OF ENERGY SPECTRA AND CORRELATED CHARGED  
SECONDARY PARTICLES FOLLOWING THE ABSORPTION OF STOPPED  
NEGATIVE PIONS IN OXYGEN CONTAINING COMPOUNDS

Abstract

Within experimental studies carried out by a group of the 'Institut für Kernphysik' at the Swiss Nuclear Research Center (SIN) on the application of negative pions in cancer therapy energy spectra of charged secondary particles following pion absorption in oxygen containing compounds are measured.

Targets of 0.259 and 0.0183 g cm<sup>-2</sup> celluloseacetate and 0.277 as well as 0.0199 g cm<sup>-2</sup> mylar are used. By measurements of the pionic X-radiation the relative capture rates on carbon and oxygen are determined for both targets as 1.1:1 and 1.7:1, respectively. Protons, deuterons, tritons, <sup>3</sup>He, <sup>4</sup>He, <sup>6</sup>Li, and <sup>7</sup>Li nuclei are identified from the energy threshold of 1.5 MeV up to the kinematical limit.

The production spectra of the secondary particles, which are obtained by correction of the energy- and particle-losses in a target of finite thickness, are of physical interest regarding the mechanism of pion absorption.

Comparisons among these spectra and with those measured by Mechtersheimer et al. on carbon show a decrease of the kinetic energy taken away by a certain type of secondary particles with increasing oxygen content. The portion of the He and Li nuclei also decreases relative to the proton yield.

The calculated thick target yields, which correspond to the flux of charged secondary particles in an extended irradiated volume, are of great importance for the radiobiological effect. They show a dominance of the hydrogen isotopes, which still increases for oxygen containing targets compared with pure carbon. This reduces the biological effectiveness.

Measurements of the high-energy end of the proton spectrum using a Ge-detector show structures, which probably correspond to excitations of  $^{11}\text{Be}$ . The rate of the reaction  $^{12}\text{C}(\pi^-, p)^{11}\text{Be}^*$  would agree with former radioactivity measurements by Coupat et al.



## Inhaltsverzeichnis

	Seite
I. EINLEITUNG	1
II. THEORETISCHE EINFÜHRUNG	3
II.1  Einfang negativer Pionen	3
II.2  Elementare Absorptionsmechanismen	4
II.3  Präequilibriums- und Verdampfungsreaktionen	6
III. EXPERIMENTELLE ANORDNUNG	7
III.1  Prinzipielle Beschreibung der Meßmethode	7
III.2  Strahleigenschaften	8
III.3  Mechanischer Aufbau und Detektoren	9
III.4  Elektronischer Aufbau	10
III.5  On-line Computerprogramm	17
III.6  Targets	18
IV. AUSWERTUNG DER DATEN	21
IV.1  Prinzipielle Möglichkeiten der Teilchentrennung	21
IV.2  Praktische Durchführung der Rohdatenanalyse für das Zählersystem S6, S6'	22
IV.3  Praktische Durchführung der Rohdatenanalyse für das Zählersystem S7, S7'	26
IV.4  Auswertung von in den Zählersystemen S6, S6' und S7, S7' koinzidenten Ereignissen	27
IV.5  Praktische Durchführung der Rohdatenanalyse für das Zählersystem S10, S10'	28
IV.6  Eichungen	28
IV.7  Absolutnormierung der Spektren	31
IV.8  Targetdickenkorrektur	34
IV.9  Auswertung der Röntgenspektren	37
V.  MESSRESULTATE UND DISKUSSION	42
V.1  Fehlerbetrachtung	42
V.2  Gemessene Energiespektren	43
V.3  Koinzidenzspektren	44

	Seite
v.4 Auf Targetdicke korrigierte Spektren (Produktionsspektren)	50
V.5 Vergleich der Spektren für verschiedenen Sauerstoffgehalt des Targets	53
V.6 Dicktargetspektren	57
V.7 Mögliche Zweiteilchenendzustände	60
Literaturhinweise	63
Tabellen	66
Abbildungen	72
Anhang	130

## I. EINLEITUNG

In den seit nun schon etlichen Jahren verfügbaren 'Mesonenfabriken', in denen Pionenstrahlen von hoher Intensität erzeugt werden, beschäftigt man sich hauptsächlich mit zwei Anwendungen der Absorption negativer Pionen.

1. Pionen sind im Prinzip ein ausgezeichnetes Mittel zur Aufklärung der Kernstruktur. Eine experimentelle Methode hierfür ist die Untersuchung der Absorption negativer Pionen an Kernen. Der Absorptionsmechanismus ist bis heute nur unzureichend geklärt. Man geht davon aus, daß das Pion an Substrukturen des Kerns, etwa an einem korrelierten Nukleonenpaar oder einem 'Quasi- $\alpha$ -Teilchen' absorbiert wird. Deshalb eignet sich eine Analyse der unmittelbar an dieser Reaktion beteiligten Sekundärteilchen, die mit meist hoher Energie den Kern verlassen dazu, Rückschlüsse auf vorgebildete Cluster-Strukturen im Kern und auf kurzreichweitige Anteile der Nukleon-Nukleon-Wechselwirkung zu ziehen. Die Existenz relativ hochenergetischer  $\alpha$ -Teilchen läßt auf 'Knock-out'-Reaktionen schließen, bei denen an der primären Reaktion beteiligte Nukleonen vorgebildete  $\alpha$ -Teilchen aus dem Kern 'heraus-schlagen'. Aus Einzelteilchenspektren bei mittleren und kleinen Energien lassen sich Beiträge von Präequilibriums- und Verdampfungsreaktionen abschätzen und mit entsprechenden Kaskadenrechnungen vergleichen.
2. Ein besonderes Interesse gilt heute der erstmals von Fowler<sup>1</sup> 1961 ausführlich diskutierten Möglichkeit, negative Pionen zur Therapie von Tumoren zu verwenden. Zusammenfassende und vergleichende Untersuchungen wurden z.B. von Raju et al.<sup>2</sup> und Büche et al.<sup>3,4</sup> durchgeführt. Wichtig für einwirkungsvolle Therapieplanung ist eine genaue Kenntnis der räumlichen Strahlungsverteilung im Körper und der Aufspaltung in verschieden stark ionisierende Komponenten. Insbesondere niederenergetische oder schwere geladene Sekundärteilchen haben eine große

biologische Wirksamkeit. Früher wurden als Eingabedaten für Therapieplanungsprogramme die von Guthrie et al.<sup>5</sup> berechneten Spektren benutzt. Mittlerweisen liegen zuverlässig gemessene Sekundärteilchenspektren nach Absorption von negativen Pionen, allerdings nur für Kohlenstoff vor.

Am Schweizerischen Institut für Nuklearforschung wird ein Therapieprojekt durchgeführt, in dessen Rahmen Ende 1980 mit Patientenbestrahlungen begonnen werden soll. Bei diesem Projekt hat sich eine Arbeitsgruppe unseres Instituts zum Ziel gesetzt, die Energiespektren der Sekundärteilchen nach Pionabsorption in den biologisch relevanten Kernen Kohlenstoff, Sauerstoff und Kalzium möglichst vollständig zu messen.

Die vorliegende Arbeit ist eine Ergänzung und Weiterentwicklung der Messungen von Mechttersheimer et al.<sup>6,7,8</sup>. Diese Autoren haben die Energiespektren geladener Sekundärteilchen nach Pionabsorption in Kohlenstoff gemessen. In der vorliegenden Arbeit wird von Messungen geladener Sekundärteilchen an sauerstoffhaltigen Targets berichtet. Außerdem werden erste Versuche unternommen, diskrete Endzustände nach Pionabsorption und koinzident emittierte geladene Sekundärteilchen zu finden. Die bei der Absorption in Kalzium gemessenen Spektren werden an anderer Stelle diskutiert.<sup>3,4</sup>

## II. THEORETISCHE EINFÜHRUNG

---

### II.1 Einfang negativer Pionen

Wegen der kleinen totalen Wirkungsquerschnitte (<100 mb) niederenergetischer Pionen für Reaktionen im Fluge wurden bei Einschub negativer Pionen mit einer Energie von wenigen MeV in ein hinreichend dickes Target nahezu alle Pionen gestoppt und von Targetkernen absorbiert. Die Teilchen verlieren zunächst durch Ionisation, später durch Elektronenanregung ihre Energie, bis sie in hochangeregten Atomzuständen eingefangen werden. Dann kaskadieren sie unter Emission von Photonen oder Auger-Elektronen zu Zuständen mit niedrigen Hauptquantenzahlen. Aufgrund der großen Masse des Pions überlappen die Wellenfunktionen des Kerns und des Pions in den niederen s- und p-Zuständen. Die Wahrscheinlichkeit für Pionabsorption steigt. Der ganze Prozeß vom Einschub ins Target bis zur Absorption dauert bei Kohlenstoff etwa  $10^{-11}$  s<sup>9</sup> und ist damit deutlich kürzer als die Zerfallszeit des Pions. Es zerfallen kaum Pionen im Target.

Bei Molekülen verläuft die Kaskade leicht modifiziert. Das Pion wird mit verschiedener Wahrscheinlichkeit von den Kernen der an der Verbindung beteiligten Elemente eingefangen. Fermi und Teller<sup>10</sup> stellen 1947 das sogenannte Z-Gesetz auf. Danach sollte bei einer Verbindung des Typs  $A_k B_m$  das Verhältnis der Wahrscheinlichkeiten  $W(A)$  und  $W(B)$  für den Einfang des Pions an diesen Kernen proportional zur Ladungszahl  $Z$  sein:

$$\frac{W(A)}{W(B)} = \frac{k}{m} \frac{Z_A}{Z_B} .$$

Die experimentellen Befunde sprechen gegen diese einfache Z-Abhängigkeit, da vor allem die Art der chemischen Bindung den Einfangprozeß merklich beeinflusst. Petruchin et al.<sup>33</sup> fanden z.B. für binäre Wasserstoffverbindungen eine

$Z^3$ -Abhängigkeit. Der Anteil von Pionen, die am Wasserstoff in organischen Verbindungen eingefangen werden, ist daher in der Größenordnung von einem Prozent. Da bei Pionabsorption an Wasserstoff keine geladenen Sekundärteilchen entstehen können, bleiben die an diesen Targets gemessenen Spektren geladener Sekundärteilchen vom Wasserstoffgehalt unbeeinflusst.

Das Verhältnis der Einfangwahrscheinlichkeiten an den anderen Targetkernen kann man durch Messung der relativen Intensitäten der pionischen Röntgenstrahlungen für die im Target enthaltenen Kerne bestimmen. Einige prinzipielle Schwierigkeiten, die in Abschnitt IV.9 diskutiert werden, beschränken aber die Genauigkeit des Ergebnisses.

## II.2 Elementare Absorptionsmechanismen

Bei der Absorption des Pions im Kern wird die gesamte Ruheenergie  $E_{0\pi} \approx 140$  MeV frei. Dieser Betrag übersteigt bei leichten Kernen die Summe aller Bindungsenergien der Nukleonen des Kerns. Der Kern wird also zerplatzen, wobei sowohl einzelne Nukleonen als auch größere Kernbruchstücke emittiert werden. Energie- und Impulserhaltung verbieten die Absorption eines gestoppten Pions an einem freien Nukleon. Für gebundene Nukleonen gilt dieses Verbot näherungsweise, da der Impuls des Nukleons vor der Absorption etwa 500 MeV/c betragen müßte. Da dies etwa dem doppelten Fermimpuls entspricht, ist die Wahrscheinlichkeit, daß ein Nukleon im Kern diesen Impuls besitzt, vernachlässigbar klein.<sup>12</sup>

Der hohe Anteil hochenergetischer Protonen und Neutronen legte früh die Vermutung nahe, daß das Pion an einem korrelierten Nukleonenpaar absorbiert wird.<sup>13</sup> Die anderen Nukleonen sind zunächst nicht an dieser Reaktion beteiligt ('Spectators'). Die beiden Nukleonen teilen sich die Ruheenergie des Pions (je Nukleon  $\approx 70$  MeV entsprechend einem Impuls von  $\approx 360$  MeV/c) und verlassen den Kern unter einem Relativwinkel von  $180^\circ$ . Durch die Fermibewegung der Nukleonen des Paares und durch Endzustandswechselwirkung ('Final-state-interaction') mit den anderen Nukleonen verliert sich diese

strenge Winkel- und Energiekorrelation. Diese Vorstellung von der Absorption der Pionen an zwei Nukleonen wird auch 'Quasideuteron'-Modell genannt. Der Impuls der auslaufenden Teilchen definiert eine natürliche Längeneinheit von 0,55 fm, innerhalb derer sich die beiden Nukleonen aufhalten müssen. Man kann also aus dem Absorptionsverhalten Information über die Wechselwirkung zweier Nukleonen bei sehr kleinen Abständen erwarten ('short-range-correlations'). Für den zeitlichen Ablauf der Absorption des Pions an einem Nukleonenpaar kommen vor allem zwei Möglichkeiten in Betracht: Entweder wird das Pion sofort an einem Nukleon absorbiert oder das Pion wird zunächst an einem Nukleon gestreut und wird dann erst von anderen absorbiert. Den letztgenannten Prozeß bezeichnet man als 'rescattering'.

Das Nukleonenpaar kann im Falle negativer Pionen entweder ein Neutron-Proton- oder ein Proton-Proton-Paar sein. Im ersten Fall werden zwei Neutronen emittiert, im zweiten ein Neutron und ein Proton. Proton-Neutron-<sup>14</sup> und Neutron-Neutron-<sup>15</sup>Koinzidenzmessungen zeigen die bevorzugte 180° Emission dieser Nukleonen.

Das Auftreten hochenergetischer Deuteronen kann durch interne 'Pickup'-Reaktionen gedeutet werden.<sup>16</sup> Ein durch Absorption an einem Quasideuteron freiwerdendes Neutron kann sich mit einem Proton des Kerns verbinden. 180°-Korrelationen bei Koinzidenzmessungen von Neutronen und Deuteronen<sup>17</sup> werden durch die Bevorzugung von Vorwärtswinkeln bei 'Pickup'-Reaktionen gestützt.

Messungen von Proton-Deuteron-Koinzidenzen liegen bisher nicht vor. Diese Teilchen im Endzustand würden z.B. bei Pionabsorption an einem Protonenpaar, bei der das auslaufende Neutron ein Proton 'aufpickt', in einem Mehrstufenprozeß entstehen. Wegen der vierfach geringeren Häufigkeit von p-p-Paaren relativ zu n-p-Paaren<sup>18</sup> sollte die Wahrscheinlichkeit für die Reaktion  $\pi^- + (A, Z) \rightarrow p + d + (A-3, Z-3)$  nur etwa 1/8 der Wahrscheinlichkeit von  $\pi^- + (A, Z) \rightarrow n + d + (A-3, Z-2)$  betragen, wenn man Spin- und Isospinfaktoren unberücksichtigt läßt. Dieser Vergleich wird in Abschnitt V.3 durchgeführt.

'Pickup' zweier Nukleonen ist dagegen unwahrscheinlich<sup>16</sup>, so daß die Häufigkeit hochenergetischer Tritonen so allein nicht erklärt werden kann. Als Alternative schlagen z.B. Kalybasov et al.<sup>19</sup> ein 'Quasi- $\alpha$ -Teilchen'-Modell vor. Man stellt sich vor, das Pion werde an einer Art  $\alpha$ -Teilchen im Kern absorbiert, wobei vorwiegend Tritonen nach dem Prozeß  $\pi^- \langle \alpha \rangle \rightarrow nt$  oder auch Deuteronen aus der Reaktion  $\pi^- \langle \alpha \rangle \rightarrow nnd$  auftreten können.

### III.3 Präequilibriums- und Verdampfungsreaktionen

Ein Teil der an der Absorption beteiligten Teilchen verläßt den Kern sofort und ergibt den hochenergetischen direkten Anteil im Energiespektrum. Daneben können durch Wechselwirkungen primär entstandene Nukleonen mit dem Kern weitere Teilchen geringerer Energie emittiert werden. Diese ergeben den sogenannten 'Präequilibriumsanteil'. Schließlich erhält man einen hochangeregten Restkern, der sich durch Abdampfen niederenergetischer Teilchen abkühlt. Wenn keine Nukleonenemission mehr möglich ist, geht der Restkern unter Aussendung von  $\gamma$ -Strahlung in seinen Grundzustand über.

Aufgrund dieser Prozesse lassen sich Berechnungen der Sekundärteilchenspektren durchführen. Eine Übersicht über diese Verfahren und Ergebnisse findet sich u.a. bei Mechttersheimer.<sup>7</sup>



### III. EXPERIMENTELLE ANORDNUNG

---

#### III.1 Prinzipielle Beschreibung der Meßmethode

Wie in Abbildung 1 dargestellt, wird für alle Messungen eine experimentelle Anordnung gewählt, wie sie sich für Messungen mit gestoppten Pionen als zweckmäßig erwiesen hat.

Die Teleskopzähler S1-S5 dienen zur Definition eines im Target gestoppten Pions. Geladene Sekundärteilchen können in fünf unabhängigen Detektorsystemen nachgewiesen werden. Diese liegen auf Targethöhe in einer Ebene senkrecht zur Strahlachse. Bedingt durch diesen Aufbau ist das Target unter einem Winkel von  $45^{\circ}$  zur Ebene dieser Zähler montiert. Jedes der Detektorsysteme besteht aus einer Kombination eines dünnen Silizium-Oberflächensperrschichtzählers (S6-S10) mit einem NaJ(Tl)-Kristall (S6'-S9'). Für eine optimale Energieauflösung bei hochenergetischen Protonen wird zusätzlich ein planarer, hochreiner (intrinsic) Germaniumdetektor benutzt (S10').

Die geladenen Sekundärteilchen können sowohl durch ihre Flugzeit als auch durch ihren Energieverlust in Abhängigkeit von ihrer kinetischen Energie identifiziert werden.

Die Experimente werden in einer Vakuum-Streukammer durchgeführt, damit Streuungen und andere Reaktionen der Sekundärteilchen vermieden werden. Der Druck in der Kammer liegt unter  $10^{-4}$  Torr.

Die Energie- und Zeitinformationen aller Detektoren werden für jedes Ereignis durch ein CAMAC-Vielparameterdatenerfassungssystem, das an einen PDP 11/50-Computer angeschlossen ist, registriert und auf Magnetband festgehalten. So läßt sich ein komplexes Auswerteverfahren anwenden, das die ganze - teilweise redundante - Information berücksichtigt. Auf diese Weise konnte bei der Endauswertung eine hervorragende Unterdrückung des Untergrundes erreicht werden.

Gleichzeitig mit geladenen Sekundärteilchen werden Röntgenspektren der atomaren Übergänge des Pions vor dessen Einfang im Kern gemessen. Dazu diente ein lithiumgedrifteter Germaniumdetektor (S11), der sich in derselben Ebene wie die anderen Detektoren befindet. Mit Hilfe dieser Spektren kann gezeigt werden, daß Einfangreaktionen des Pions in den Kernen der Streukammerwände, der Targethalterung oder des Teleskopzählers S4 in den Sekundärteilchenspektren nicht auftreten. Weiter erlauben diese Messungen, die relativen Einfangraten in den verschiedenen Kernen der Moleküle des Targets zu gewinnen.

### III.2 Strahleigenschaften

Die Experimente werden am biomedizinischen Kanal  $\pi E3$  des Schweizerischen Instituts für Nuklearforschung (SIN) durchgeführt. Der SIN-Beschleuniger ist ein Isochronzyklotron, das Protonenpulse liefert, deren Breite ( $<0.3$  ns) im Vergleich zur Wiederholungsdauer (19.75 ns) kurz ist. Diese Zeitmikrostruktur bleibt auch im sekundären  $\pi^-$ -Strahl erhalten. Die physikalischen Strahleigenschaften wurden früher vermessen.<sup>20</sup>

Impuls und Impulsunschärfe werden für die hier beschriebenen Experimente im Hinblick auf

1. maximale Stopprate im Target,
2. möglichst gute Strahlfokussierung im Target und
3. geringe Myonenkontamination

optimiert. Geeignete Impulse liegen bei etwa 140 MeV/c mit einer Unschärfe von  $\Delta p/p \approx 1-2\%$ . Bei einer Protonenstrahlintensität von 70  $\mu A$  werden in den Zählern S1 und S2 etwa  $10^7$  Pionen pro Sekunde registriert.

Die Verunreinigung dieses Strahls mit Myonen beträgt etwa 5%, die mit Elektronen 25%. Bei jedem Ereignis wird die Zeit des Triggers relativ zur Phase der Hochfrequenz des Zyklotrons gemessen. So kann stets festgestellt werden, ob ein Pion-, Myon- oder Elektronstopp zu einem vom Computer

registrierten Ereignis führte. Abbildung 8 zeigt das Zeitspektrum der Startsignale der Flugzeit-TDC relativ zur Phase der Hochfrequenz für alle auf Magnetband registrierten Ereignisse. In der logarithmischen Darstellung erkennt man, daß die Verunreinigung durch Elektronenstopps etwa 1% der Trigger ausmacht und die Anzahl der Myonenstopps eine weitere Größenordnung geringer ist. Bei der Endauswertung werden nur Ereignisse mit der richtigen Triggerzeit der Pionen berücksichtigt.

### III.3 Mechanischer Aufbau und Detektoren

Abbildung 1 zeigt eine maßstabsgetreue Darstellung der Apparatur. Die senkrecht einfallenden Pionen durchlaufen zunächst die Plastikszintillatoren S1 und S2 und werden in einem 6.5 cm dicken Graphitabsorber gebremst, so daß möglichst viele von ihnen im Target gestoppt werden. Die relativ dünnen Szintillationszähler S3 und S4 definieren einen aktiven Strahlfleck von etwa 5-6 cm Durchmesser. Abbildung 2 zeigt die Verteilung der Pionen in Targethöhe, die in einem separaten Experiment mit der gleichen Geometrie und dem gleichen Absorber gemessen wurde<sup>21</sup>. Aufgrund der Absorption und Vielfachstreuung im Absorber liegen nur 30% der einfallenden Pionen innerhalb des aktiven Strahlflecks. Um die Zählratenverringerung durch Aufstreuung gering zu halten, wird der Absorber so dicht wie möglich über den Zählern S3 und S4 in der Kammer montiert.

Der Blickwinkel der Sekundärteilchenzähler wird durch Messingkollimatoren so eingeschränkt, daß sie nur das Target sehen.

Die Detektorsysteme, mit denen die geladenen Sekundärteilchen nachgewiesen werden, bestehen aus je einem Silizium-Oberflächensperrschichtzähler in Transmissionsausführung mit vernachlässigbaren Totschichten und einem totalabsorbierenden Natriumjodid-Zähler. Die Schutzfolien auf den NaJ-Kristallen wurden entfernt und die bei jedem Öffnen der Streukammer durch Luftfeuchtigkeit schnell entstehende lichtundurchlässige Oberfläche beseitigt. Auch diese Zähler

besitzen praktisch keine Totschichten.

Die Daten aller verwendeten Detektoren sind in Tabelle 1 aufgelistet. Die Abstände der Zähler vom Target und die resultierenden Raumwinkel zeigt Tabelle 2. Bei der Wahl dieser Abstände muß ein Kompromiß zwischen großen Flugzeiten für gute Teilchenstreuung und großen Raumwinkeln für hohe Zählraten geschlossen werden. In Einzelteilchenspektren erscheint eine zweifelsfreie Teilchenidentifizierung unerlässlich für alle Energien oberhalb der Meßschwelle von etwa 1.5 MeV. Unter Einzelteilchenspektren (inklusive Spektren) wird hier ein Energiespektrum von Teilchen in einem einzelnen Detektorsystem verstanden, bei dem keine Koinzidenz mit anderen Detektorsystemen verlangt wird. In früheren Experimenten zeigte sich, daß ein Flugweg der Sekundärteilchen von etwa 1 m in dieser Hinsicht günstig ist. Diese Distanz wird für das System S6,S6' gewählt. Für alle weiteren Zählerpaare, die zu Koinzidenzmessungen benutzt werden, wird wegen der geringen Zählrate ein Abstand von ca. 0.5 m vorgezogen.

Aus mechanischen Gründen befinden sich beide Germanium-Zähler - der eine zur Messung der hochenergetischen Protonen, der andere zur Messung der pionischen Röntgenstrahlung - direkt außerhalb der Streukammer.

#### III.4 Elektronischer Aufbau

Die gesamte elektronische Anordnung wird in den Abbildungen 3 bis 7, unterteilt in verschiedene logische Einheiten, dargestellt. Die schnelle Elektronik (Abb.3 und 4) erzeugt das Startsignal für die Flugzeitmessungen, veranlaßt die Übergabe der Daten an den On-line-Computer, verwirft Ereignisse, die keinem Stoppsignal  $1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot \bar{5}$  zugeordnet werden können, setzt die sogenannten Koinzidenzregister und liefert verschiedene Koinzidenzsignale, die vom Computer gezählt werden. Diese Zählraten dienen zur Normierung.

Die Analogkreise (Abb.5 und 6) sorgen für die Energiesignale. CAMAC-Einheiten digitalisieren alle Meßwerte und übergeben diese an einen PDP 11/50 Computer. Nur die Energiesignale des Photonendetektors S11 werden unabhängig davon verarbeitet und in einem getrennten Vielkanalanalysator gespeichert (Abb.7).

#### III.4.1 Schnelle (logische) Elektronik

Abbildung 3 zeigt das Blockschaltbild des ersten Teils der schnellen Elektronik. Dieser Teil generiert die Pionstoppsignale, verarbeitet die Zeitsignale aller Detektoren und wählt das jeweils zugehörige Stoppsignal aus.

Jedes Pion, das im aktiven Fleck des Targets stoppt, erzeugt ein Koinzidenzsignal  $1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot \bar{5}$ . Die Raten  $1 \cdot 2$  und  $1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4$  definieren den einfallenden Strahl und werden wie das Stoppsignal  $1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot \bar{5}$  von CAMAC-Einheiten gezählt. Wegen der erforderlichen Totzeitkorrektur werden dieselben Signale nochmals gezählt, jedoch gegatet vom Totzeitsignal 'computer busy' des Rechners. Weiter werden der 'Agoritsas' der ein Maß für die Protonenstrahlintensität am Pionproduktionstarget ist, und ein 1 Hz Puls zur Zeitmessung gezählt.

Geladene Sekundärteilchen, die in den vorgegebenen Raumwinkel fallen, erzeugen ein Signal im Siliziumzähler S6 und bei hinreichend großer Energie auch in S6'. Das Anodensignal des Zählers S6' und das Signal von S6 werden in schnellen Verstärkern (TFA) verstärkt, geformt und dann auf spezielle Diskriminatoren (constant-fraction-trigger) gegeben, die ein Ausgangssignal zu dem Zeitpunkt erzeugen, an dem das Eingangssignal einen festen Bruchteil seiner maximalen Impulshöhe durchläuft. So wird wegen der gleichen Anstiegszeit aller Signale eines Detektors die Zeitinformation unabhängig von der Amplitude des Signals. Die folgenden Diskriminatoren (DISCR) dienen lediglich zur Pulsformung.

Der dünne Siliziumzähler S6 (ca. 190  $\mu$ m) gibt nur für Energieabgaben des Teilchens von mehr als etwa 400 keV brauchbare Zeitsignale. Kleinere Pulse würden eine stärkere

Integration des Signals verlangen. Dies ergäbe aber eine schlechtere Zeitauflösung. Deshalb muß die schnelle Triggerschwelle oberhalb 400 keV liegen. Die höherenergetischen Teilchen lagern aber weniger Energie im Si-Zähler ab (60 MeV Protonen nur etwa 200 keV), so daß diese Schwelle ein Abschneiden dieser Teilchen bewirken würde, wenn man nur das Halbleiterzählersignal zum Triggern der Ausleseeinheiten verwenden würde. Analoges gilt für die teilweise noch dünneren Zähler S7, S8, S9 und S10. Ein Triggern allein mit den Natriumjodidzählern würde dagegen einen Verlust der im Halbleiterzähler absorbierten Teilchen bedeuten. Man verwendet deshalb eine logische Oderschaltung zwischen den Zeitsignalen des Si- und des NaJ-Zählers.

Dem logischen Ausgangssignal muß nun ein Stoppsignal  $1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot \bar{5}$  zugeordnet werden. Dies geschieht folgendermaßen: Das Oder-Ausgangssignal (OR) wird in Koinzidenz mit dem verzögerten  $1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot \bar{5}$ -Signal geschaltet. Die Länge des Signals OR definiert das zugelassene Zeitfenster (hier 300 ns lang). Das Ausgangssignal der Koinzidenz ist in den meisten Fällen das Stoppsignal des Pions, das das registrierte Sekundärteilchen erzeugte, eventuell auch das Signal eines früheren Pions. Fallen zwei oder mehr Stoppsignale in dieses Fenster, so wird nur das erste akzeptiert. Das Ausgangssignal der Koinzidenz wird nochmals mit dem Stoppsignal in Koinzidenz geschaltet. Diese zweite Koinzidenz ist logisch gesehen völlig redundant, sie stellt aber die gute Zeitauflösung des Stoppsignals wieder her, die in der ersten Koinzidenzstufe verlorengelassen wird, wenn das Signal auf die Flanke des Zeitfensters fällt. Das Ausgangssignal der zweiten Koinzidenz wird Mastertrigger 6 (MT6) genannt. Prinzipiell gleich, jedoch aufgrund der kürzeren Flugwege mit engeren Zeitfenstern, erhält man die Signale MT7 bis MT10.

Abbildung 4 zeigt die restliche schnelle Elektronik. Alle Mastertrigger werden durch Diskriminatoren verzweigt: Ein Ausgang geht über Verzögerungsleitungen (DELAY) auf die

Eingänge des zweiten Koinzidenzregisters, der andere ist mit einer schaltbaren logischen Einheit (TRIGGER SELECT) verbunden, die es erlaubt, verschiedene Trigger auszuwählen. Bei koinzident registrierten Sekundärteilchen dient ein und derselbe Pionenstoppuls als Mastertrigger. Deshalb kann man die einzelnen Mastertrigger so verzögern, daß sie alle gleichzeitig an den Eingängen der Trigger-Select-Einheit ankommen. Je nachdem, welche logische Kombination der Mastertrigger man in der Trigger-Select-Einheit verlangt, erhält man Einzelteilchenspektren eines einzelnen oder mehrerer Zählersysteme oder auch nur Koinzidenzereignisse. Während des Experiments wurde die logische Bedingung MT6 oder MT7 oder MT10 gewählt. Wir messen also Einzelteilchen- und Koinzidenzspektren in den Systemen S6,S6', S7,S7' und S10,S10'. Ereignisse in den anderen Detektoren S8,S8' und S9,S9' werden nur registriert, wenn sie koinzident mit Ereignissen in einem der vorhergenannten Systeme auftreten. Diese Beschränkung war notwendig, um die Totzeit des Systems in tolerierbaren Grenzen zu halten. Man bekäme sonst fast keine Ereignisse in den Zählersystemen mit den kleinen Raumwinkeln (S6,S6' und S10,S10').

Vom Ausgang der Trigger-Select-Einheit geht das Signal direkt in eine CAMAC-Steuereinheit, die hier Master Modul genannt wird. Diese verwirft alle Ereignisse in der Zeit, in der der Rechner mit der Verarbeitung eines anderen Ereignisses beschäftigt ist. Für jeden angenommenen Trigger erzeugt das Modul ein langsames Ausgangssignal, um die linearen Tore (L.GATE) für die Analogsignale zu steuern, und ein schnelles für den gemeinsamen Start (COMMON START) der Zeit-Digital-Wandler (TDC). Zur Verbesserung der Zeitauflösung wird hier nochmals das Zeitsignal des Zählers S4 in Koinzidenz verlangt.

Auch das Totzeitsignal wird vom Master Modul zur Verfügung gestellt.

Die Logik der schnellen Elektronik kann folgendermaßen formal beschrieben werden:

$$MT_k = (S_k \vee S_k') \wedge (S_1 \wedge S_2 \wedge S_3 \wedge S_4 \wedge \overline{S_5})$$

$$k = 6, \dots, 10$$

A = COMPUTER BUSY

$$LAM = \overline{A} \wedge (MT_6 \vee MT_7 \vee MT_{10}).$$

LAM ist hierbei das Initialisierungssignal (look-at-me) für den Computer.

Als TDC-Stoppssignal dienen die jeweiligen CFT-Ausgangssignale. Diese werden zuvor noch um etwa 500 ns - etwas mehr als die maximale Flugzeit der Teilchen plus Signallaufzeit der Startsignale in der Elektronik - verzögert und in Diskriminatoren regeneriert. Der Konversionsbereich aller Flugzeit-TDC beträgt 200 ns. Dies reicht aus, alle Teilchen von den schnellsten Protonen bis zu  $\alpha$ -Teilchen von 0.5 MeV zu registrieren.

Zur Trennung von Pionen, Myonen und Elektronen wird die Zeit des S4-Signals relativ zur Phase der Hochfrequenz (RF) gemessen. Als Startsignal dient dasselbe Signal, das auch die Flugzeit-TDC startet. Analog zur Bildung der Mastertrigger (MT6-10) wird aus der Zyklotron-Hochfrequenz ein Signal für den Stopp dieses TDC ausgewählt.

In einem Koinzidenzregister (COINC.REGISTER II) wird das Bitmuster der Mastertrigger abgespeichert. Ein weiteres Koinzidenzregister (COINC.REGISTER I) registriert, ob ein zweites Pionensignal (1·2·3·4) innerhalb 100 ns vor oder nach dem ausgewählten Pionstoppsignal aufgetreten ist. In diesem Fall kann in der Mastertrigger-Logik eventuell ein falsches Pionensignal ausgewählt werden.

#### III.4.2 Analogkreise (Abb.5)

Die Energiesignale aller Halbleiterzähler werden auf jeweils zwei getrennte Verstärker (spectroscopy amplifier), die sich um einen Faktor drei bis zehn in der Verstärkung unterscheiden, gegeben und getrennt digitalisiert, da die verwendeten Analog-Digital-Wandler (ADC) nicht den gesamten dynamischen Bereich der Energiesignale konvertieren können. Die



Energiesignale der Detektoren S8, S9 und S10 werden in linearen Addierstufe (SUM) gemischt. Dies reduziert die Zahl der zu verwendenden ADC. Mit Hilfe des Bitmusters im Koinzidenzregister II kann verfolgt werden, in welchem Zähler das Teilchen registriert worden ist. Koinzidente Ereignisse, die zu einem Aufsummieren der Signale führen und deshalb in der Auswertung verworfen werden müssen, treten sehr selten auf.

Auch die Energiesignale der NaJ-Detektoren und des Germaniumzählers werden verzweigt und in getrennten Verstärkern und ADC verarbeitet (Abb.6). Die Verstärkungen unterschieden sich hier durchweg um einen Faktor zehn. Zur Vereinfachung der Anordnung werden zehnfach verstärkende lineare Addierstufen (SUM 10) anstelle dreier unabhängiger Verstärker mit nachfolgender nichtverstärkender Addierstufe für S8', S9' und S10' verwendet.

Der langsame Ausgang des CAMAC-Master Moduls öffnet über einem Gate- und -Delay-Generator (G & D) die linearen Tore zwischen den Verstärkern bzw. Addierstufen und den ADC, so daß nur Energiesignale, zu denen die schnelle Logik einen Trigger bereit stellt, konvertiert werden.

#### III.4.3 Elektronische Anordnung zur Messung der pionischen Röntgenstrahlung

Die vollständige elektronische Anordnung für die Messung der pionischen Röntgenstrahlung ist in Abbildung 7 dargestellt. Das Signal 1·2 und das Pionstoppsignal  $1\cdot 2\cdot 3\cdot 4\cdot \bar{5}$  werden von der Apparatur für die Messung der geladenen Teilchen (Abb.3) abgezweigt.

Zunächst wird eine sehr kurz eingestellte Koinzidenz zwischen dem Signal 1·2 einerseits und einem Signal der Zyklotron-Hochfrequenz (RF) andererseits gemacht. Dieses wird so verzögert, daß lediglich Pionen die Koinzidenzbedingung erfüllen können. Eine parallel geschaltete Koinzidenz ist auf die Zeit der Elektronen eingestellt und liefert einen Ausgangspuls von 80 ns Dauer. Die Ausgangssignale dieser beiden Koinzidenzen werden so in Antikoinzidenz geschaltet,

daß man nur dann ein Signal erhält, wenn ein Pion in den Zählern S1 und S2 registriert wird und kein Elektron innerhalb von 40 ns davor oder danach ein Signal erzeugt. Anschließend wird eine Koinzidenz mit den Pionstoppsignalen verlangt und das Signal 'PS' erzeugt.

Der Vorverstärker (pre-amplifier) der Germaniumdiode benützt, um eine optimale Energieauflösung zu erreichen, ein Verfahren, das vom Hersteller 'optische Rückkopplung' genannt wird. Dabei werden die Zählereignisse einem periodischen Sägezahlsignal mit einer Frequenz von etwa 1 kHz überlagert. Durch Pulsformung in den Verstärkern (TFA und SA) erhält man das ursprüngliche Signal zurück. Während des Rücksprungs des Sägezahnsignals liefert der Vorverstärker einen 'Inhibit'-Puls. In dieser Zeit registrierte Zählereignisse sind unbrauchbar.

Der Ausgang des Vorverstärkers wird dreifach verzweigt. Ein Ausgangssignal geht über einen langsamen Verstärker (SA) und ein lineares Tor (L.GATE) auf einen Vielkanalanalysator (MULTICHANNEL ANALYSER); die beiden anderen werden in schnellen linearen Verstärkern (TFA) verstärkt und geformt. Die Ausgangssignale dieser beiden Verstärker gehen über je einen CFT auf eine Antikoinzidenzstufe. Die Schwelle des ersten CFT liegt bei 4.3 KeV, die des zweiten bei 230 keV. Die Antikoinzidenzstufe selektiert Pulse zwischen diesen beiden Energieniveaus. Nach einer Antikoinzidenz mit dem 'Inhibit'-Signal des Vorverstärkers und einer Koinzidenz mit dem ausgewählten Pionstoppsignal 'PS' öffnet dieses Signal über einen Gate-und-Delay-Generator das lineare Tor für die Energiesignale.

Die logische Funktion der schnellen Elektronik zur Messung der pionischen Röntgenstrahlung läßt sich zusammenfassend

$$\text{GATE ENABLE} = ((2 \wedge \text{RF})_{\pi} - \wedge \overline{(2 \wedge \text{RF})_e} - \wedge 1 \wedge 2 \wedge 3 \wedge 4 \wedge 5) \\ \overline{\text{INHIBIT}} \wedge (E \geq 4.3 \text{ keV}) \wedge \\ (E \leq 230 \text{ keV})$$

schreiben.

### III.5 Das on-line Computerprogramm

Nach jedem LAM liest der angeschlossene PDP 11/50 Rechner alle ADC, TDC und Koinzidenzregister aus. Die ADC und TDC konvertieren jeweils in 1024 Kanäle. Die Zähler (SCALER) arbeiten mit jeweils 24 Bit. Das Programm stellt weitere 16 Bit für Überlaufsignale zur Verfügung. Am Anfang einer Messung löscht der Rechner alle Zähler und startet sie. Am Ende stoppt er diese, liest sie aus und schreibt die angesammelte Information in einem Schlußblock auf Magnetband.

Neutrale Teilchen werden schon während des Experiments verworfen. Der Computer schreibt nur solche Ereignisse auf Magnetband, die auf einen von mehreren vorgegebenen Ereignistypen passen. Im Experiment wurde folgende Maske definiert:

Ereignistyp	ADC Nr.						Koinzidenz-Register II Bit-Nr.				Kommentar	
	1	2	3	4	5	6	0	1	2	3		4
1	Y	X	X	X	X	X	Y	X	X	X	N	S6 große Energie
2	N	Y	X	X	X	X	Y	X	X	X	N	S6 kleine Energie
3	N	N	Y	X	X	X	N	Y	X	X	N	S7 große Energie
4	N	N	N	Y	X	X	N	Y	X	X	N	S7 kleine Energie
5	X	X	X	X	Y	X	X	X	N	N	Y	S10 große Energie
6	X	X	X	X	N	Y	X	X	N	N	Y	S10 kleine Energie

Dabei bedeutet Y, daß der zugehörige ADC einen von Null verschiedenen Inhalt haben bzw. daß das Koinzidenzregisterbit gesetzt sein muß. N bedeutet, daß der ADC-Inhalt gleich Null sein muß bzw. das Bit nicht gesetzt sein darf. Bei X erfolgt keine Abfrage. Die Bedeutung der ADC-Nummern und der Koinzidenzregisterbits läßt sich aus den Blockschaltbildern (Abb. 3-6) und aus Tabelle 3 entnehmen.

Die Nachweiswahrscheinlichkeit für neutrale Teilchen in einem dünnen Halbleiterzähler ist vernachlässigbar klein. Da die Energiesignale stark integriert sind, geben auch die schnellsten Protonen brauchbare Energieverlustsignale im Si-Zähler.

Sobald dies Signal die sehr niedrige Schwelle in einem der zugehörigen ADC überschreitet, handelt es sich also praktisch immer um ein geladenes Teilchen; neutrale Teilchen geben hier fast nie ein Signal und Rauschen fällt wegen der starken Integration des Signals nicht mehr ins Gewicht.

Weiter erlaubt der On-line Computer eine Reihe von Überwachungen während des laufenden Experiments (Darstellung von Spektren, Ausgabe eines Status-Berichts etc.).

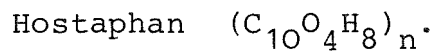
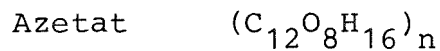
### III.6 Targets

Im Rahmen dieser Arbeit werden Messungen an folgenden Targets durchgeführt:

1. Um möglichst unverfälschte Produktionsspektren geladener Sekundärteilchen nach Pionabsorption in Kohlenstoff zu erhalten, wurden in einem separaten Versuch extrem dünne Polyäthylenfolien von 20 und 40  $\mu\text{m}$  Dicke (entsprechend einer Massenbelegung von 28 bzw. 56  $\text{mg cm}^{-2}$ ) als Target verwendet. Eine Auswertung der Daten ergab wegen der schlechten Definition des Startzeitpunkts der Flugzeitmessung (es wurden nur äußerst langsame Pionen gestoppt, die vom Zähler S4 zum Target noch eine große Streuung in den Flugzeiten aufweisen) keine zufriedenstellende Teilchenidentifizierung (siehe IV.2). Die Messungen von Mechttersheimer et al.<sup>6,7,8</sup> lassen sich in dieser Hinsicht also kaum verbessern.
2. Deshalb erschien es sinnvoller, Messungen an Sauerstoff, einem Kern von sehr großer biologischer Bedeutung, durchzuführen. Da reiner Sauerstoff oder Sauerstoffverbindungen mit sehr leichten Kernen nicht als Folien hergestellt werden können, werden Kunststoff-Folien mit verschiedenem Sauerstoffgehalt als Targets verwendet. Im einzelnen sind dies:
  - i. Zelluloseazetat, im folgenden kurz Azetat genannt und
  - ii. Polyterephthalat mit dem Handelsnamen Hostaphan (Warenzeichen der Firma Kalle, Wiesbaden), in

englisch sprachigen Bildbeschriftungen  
unter der Bezeichnung Mylar (Warenzeichen  
der Firma Du Pont).<sup>2 2</sup>

Die Summenformeln dieser Kunststoffe sind:<sup>2 3</sup>



Nach einer vom Institut für Material- und Festkörperforschung I  
durchgeführten Analyse beträgt der Kohlenstoffgehalt dieser  
Stoffe

Azetat 45 - 47 Gewichtsprozent  
Hostaphan 62.5 Gewichtsprozent.

Von jedem der beiden Kunststoffe wurden Folientargets von  
ca. 0.1 und 1.4 mm Dicke zur Messung der Sekundärteilchen-  
spektren verwendet. Unter Berücksichtigung der gemessenen  
Dichten von  $1.27 \text{ g cm}^{-3}$  des Azetats und  $1.38 \text{ g cm}^{-3}$  des  
Hostaphans ergeben sich für die unter  $45^\circ$  relativ zur  
Strahlachse montierten Targets folgende effektive Massenbelegungen:

Material	Dicke [mm]	eff.Massenbelegung [ $\text{g cm}^{-2}$ ]
Azetat	$1.44 \pm 0.01$	0.259
Azetat	$0.102 \pm 0.002$	0.0183
Hostaphan	$1.42 \pm 0.01$	0.277
Hostaphan	$0.102 \pm 0.002$	0.0199

Der Wasserstoffgehalt dieser Targets spielt für die  
Messungen geladener Teilchen nach Pionabsorption keine  
Rolle, einmal weil kein geladenes Sekundärteilchen entstehen und außer-  
dem weil die starke Abhängigkeit der Einfangwahrscheinlich-  
keit von der Ladung des absorbierenden Kerns den Einfang am  
Wasserstoff stark unterdrückt. Die relativen Einfangwahr-  
scheinlichkeiten des Pions in Kohlenstoff und Sauerstoff  
für die Targets sind in Abschnitt IV.9 angegeben.

3. Zur Optimierung der Apparatur wurde in einer Testmessung  
ein 1 mm Graphittarget verwendet. Aus dieser Messung

stammen auch die Endpunkte der Spektren bei hohen Energien, die zu Eichzwecken benutzt werden (siehe Abschnitt IV.6).

4. Ebenfalls zur Eichung wurde die Streukammer mit Heliumgas gefüllt. Der Pioneinfang am Helium liefert neben einem kontinuierlichen Spektrum von Protonen und Deuteronen auch monoenergetische Tritonen von 30.6 MeV (siehe dazu IV.6).
5. Zur Bestimmung des Untergrundes und für die Normierung wurde eine Leertargetmessung durchgeführt.

#### IV. AUSWERTUNG DER DATEN

Die Auswertung der Rohdaten erfolgte auf der Großrechenanlage IBM/370-168 des Kernforschungszentrums Karlsruhe.

In diesem Kapitel sollen die Identifizierung der verschiedenen geladenen Sekundärteilchen und die damit verbundene Unterdrückung anderer Ereignisse beschrieben werden. In Abschnitt IV.6 werden die hierfür nötigen Energieeichungen dargestellt. Die Absolutnormierung der Spektren und eine Umrechnung der gemessenen Spektren in Produktionsspektren eines unendlich dünnen Targets werden in den Abschnitten IV.7 und IV.8 beschrieben. Die Auswertung der Röntgenspektren wird in Abschnitt IV.9 geschildert.

##### IV.1 Prinzipielle Möglichkeiten der Teilchentrennung

Jedes Ereignis wird durch die in Tabelle 3 angegebenen Parameter wie Energieverlust, Energie und Flugzeit charakterisiert. Für jedes Sekundärteilchen gibt es damit zwei prinzipielle Möglichkeiten zur Teilchenidentifizierung.

1. Der Zusammenhang zwischen der kinetischen Energie  $E$  und der Flugzeit  $t$  für ein Teilchen der Ruhemasse  $m_0$ , bei festem Flugweg  $S$ , lautet:

$$E_{\text{kin}} = m_0 c^2 \cdot \left[ \left( \frac{S^2}{t^2 c^2 - S^2} + 1 \right)^{1/2} - 1 \right] \quad (\text{IV.1a})$$

Trägt man die Energie über der Flugzeit auf, so liegen die verschiedenen Teilchen in guter Näherung auf Hyperbeln. Da die Massen aller vorkommenden Teilchen näherungsweise Vielfache der Protonenmasse sind, sind die Äste dieser Hyperbeln bei festgehaltener Flugzeit äquidistant in der Energie. Die verschiedenen Zeiten zu fester Energie haben dagegen Abstände, die mit der Differenz aus den Wurzeln der Teilchenmassen kleiner werden. Aus diesem Grund wird die Trennung von schweren Teilchen (z.B.  ${}^6\text{Li}$  und  ${}^7\text{Li}$ ) relativ schwierig. Dieses Verhalten läßt sich in

Abbildung 9 gut erkennen. Dort sind die kinetischen Energien über den Flugzeiten für die in dieser Arbeit vorkommenden Teilchen aufgetragen. Der Flugweg beträgt 1 m.

Ein weiteres Merkmal dieser Methode ist, daß sich Teilchen gleicher Masse (z.B.  $^3\text{He}$  und Tritonen) überhaupt nicht trennen lassen. Zu deren Trennung eignet sich insbesondere das folgende Verfahren:

2. Für den Energieverlust eines geladenen Teilchens der Ruhemasse  $m_0$ , der kinetischen Energie  $E_{\text{kin}}$  und der Ladungszahl  $Z$  in einem dünnen Zähler der Dicke  $x$  gilt nach der Bethe-Bloch-Formel in nichtrelativistischer Näherung folgende Proportionalität:

$$\Delta E \sim Z^2 m_0 \frac{\Delta x}{E_{\text{kin}}} \quad (\text{IV.1b})$$

Stellt man den Energieverlust im dünnen Si-Zähler über der Gesamtenergie eines Teilchens dar, so ergeben sich für die verschiedenen Teilchen hyperbelähnlich verlaufende Kurven. Da sowohl die Kernladungszahl als auch die Masse des Teilchens in die Formel eingehen, sind alle geladenen Teilchen unterscheidbar. Die Trennung für verschiedene Ladungen ist wegen der quadratischen Abhängigkeit von  $Z$  besonders gut.

Diese Möglichkeit der Trennung läßt sich natürlich nur bei solchen Teilchen anwenden, die den  $\Delta E$ -Zähler überhaupt durchdringen und im folgenden E-Zähler noch ein Signal liefern. Dies ist aber gerade für die schweren Teilchen  $^6\text{Li}$  und  $^7\text{Li}$ , die Probleme bei der Flugzeittrennung bereiten, nicht der Fall.

#### IV.2 Praktische Durchführung der Rohdatenanalyse für das Zählensystem S6, S6'

Die benötigten zweidimensionalen Spektren werden mit Hilfe des Computers als  $512 \times 256$  Matrizen ausgedruckt. Zur Veranschaulichung werden einige davon komprimiert und in zwei Teilmatrizen von jeweils  $64 \times 128$  Kanälen



zerlegt. Diese Spektren werden über Magnetband auf einen Vielkanalanalysator übertragen und von dessen Bildschirm in zweidimensionaler Darstellung abfotografiert. Anschließend werden die Einzelfotos zusammengesetzt. Die Skalenwerte sind nur als Richtwerte zu betrachten. Die gezeigten Spektren (Abb.10-17) stammen aus der Messung des 1.4 mm Zelluloseazetat-targets.

Es wird zunächst nur von denjenigen Teilchen die Rede sein, die schon im Siliziumzähler S6 gestoppt werden. Die Daten, die uns hier zur Teilchenidentifizierung zur Verfügung stehen, sind Flugzeit und Energie des Teilchens. Abbildung 10 zeigt das zugehörige Spektrum. Alle Ereignisse, bei denen das Teilchen den Halbleiterzähler durchdringt, werden nicht in dieses Spektrum einsortiert. Dazu wird abgefragt, ob ein Energiesignal im nachfolgenden NaJ-Zähler auftritt. Da beide Detektoren gleiche Durchmesser haben, direkt hintereinander montiert sind und der zweite Zähler keine Totschichten aufweist, ist diese Bedingung geeignet, nur die im Si-Zähler gestoppten Teilchen herauszufiltern.

Im Spektrum sind deutlich die Flugzeithyperbeln der Protonen, Deuteronen, Tritonen und der  $\alpha$ -Teilchen zu erkennen. Man erkennt ebenfalls, daß sich die zur Massenzahl  $A=3$  gehörende Kurve über den Endpunkt der gerade noch gestoppten Tritonen fortsetzt. Es handelt sich folglich um ein Teilchen der Masse drei und der doppelten Elementarladung, also um  $^3\text{He}$ . Das Umknicken der Kurven der Wasserstoffisotope ist auf einen sehr geringen Anteil an durchgelassenen Teilchen zurückzuführen. Diese liegen in diesem Spektrum dann auf parabelartigen Kurven, die sich nur für verschiedene Ladungen, nicht aber für verschiedene Teilchenmassen unterscheiden. Für durchgelassene Teilchen bedeutet nämlich eine Eintragung in dieses Spektrum die Darstellung des Energieverlustes über der Flugzeit.

Betrachtet man dasselbe Spektrum noch einmal, diesmal jedoch mit höherer Empfindlichkeit fotografiert (Abb.11), so erkennt

man außer den schon bekannten Kurven und einem stärker hervortretenden Untergrund zwei weitere Flugzeithyperbeln, die den Teilchenmassen  $A=6$  und  $A=7$  zugeordnet werden müssen. Eine Kurve zur Massenzahl  $A=5$  ist, wie zu erwarten, nicht zu erkennen. Insgesamt kann es sich bei  $A=6$  nur um  ${}^6\text{He}$  und  ${}^6\text{Li}$  und bei  $A=7$  nur um  ${}^7\text{Be}$  und  ${}^7\text{Li}$  handeln. Da über die Flugzeitmessung keine Trennung nach Ladungen erfolgt, können die verschiedenen Kerne der gleichen Masse nicht unterschieden werden. Wir haben ohne weitere Diskussion diese Kerne als Lithium klassifiziert. Eine Deutung der  $A=6$  und  $A=7$ -Hyperbeln als eine durch die Zeitstruktur des Pionenstrahls bedingte Wiederholung der  $\alpha$ -Linie ist ausgeschlossen; denn erstens ist deren Krümmung anders und zweitens handelt es sich hier offensichtlich um zwei eng benachbarte Hyperbeln.

Um Energiespektren der einzelnen Teilchensorten zu bekommen, werden die Flugzeithyperbeln durch Trennkurven eingegrenzt. Die Teilchen werden dann nach ihrer Teilchensorte in Energiespektren eingeordnet. Die Berechnung der Energie wird in Abschnitt Iv.6 beschrieben. Nach erfolgter Eichung werden die Teilchen in 1 MeV-Intervallen zusammengefaßt.

Etwas aufwendiger ist die Trennung der höherenergetischen Teilchen, da bei diesen weitere, jedoch teilweise redundante, Parameter gemessen wurden, nämlich die Energie, der Energieverlust und die Flugzeit. Folgendes Verfahren erwies sich bei der gegebenen Zeit- und Energieauflösung als das günstigste: Zunächst eicht man die Energiesignale beider Detektoren. Dann addiert man die Energie des Teilchens im NaJ-Zähler S6' und seinen Energieverlust in Si-Zähler S6 und erhält die Gesamtenergie  $E$  des Teilchens. Alle Ereignisse, die in den zweidimensionalen  $\Delta E$ - $E$ -Spektren unterhalb des Bereichs der Protonen liegen, werden verworfen. Es handelt sich dabei im wesentlichen um Myonen und neutralen Untergrund. Alle übriggebliebenen Ereignisse werden jetzt mit ihrer Gesamtenergie  $E$  über der Zeit des NaJ-Zählers aufgetragen (Abb.12). Man benutzt die Zeit des NaJ-Zählers, da er in diesem Energiebereich eine bessere Zeitauflösung als der dazugehörige

Halbleiterzähler besitzt. In diesem Spektrum erkennt man die Flugzeithyperbeln der Protonen, Deuteronen, Tritonen und die des  $^4\text{He}$ . Alle diese Kurven enden bei einer minimalen Energie, bei der die Teilchen im Halbleiterzähler noch gestoppt werden und deshalb den NaJ-Kristall nicht erreichen können.

Trennt man vorher in den  $\Delta E$ -E-Spektren die zweifach - von den einfach geladenen Teilchen, was sehr leicht möglich ist, so erhält man die Energie-Flugzeit-Spektren der Wasserstoff- und Heliumisotope für sich allein. Das Spektrum der He-Isotope zeigt Abb.13. Die beiden Flugzeithyperbeln für  $^3\text{He}$  und  $^4\text{He}$  sind gut getrennt. Eine Trennung über unterschiedlichen Energieverlust allein ist dagegen nicht so gut möglich.

Es wurde ursprünglich davon ausgegangen, daß sich dieselben Trennkurven zur Identifizierung der Sekundärteilchen aller Targets eignen sollten. Dies erwies sich als nicht zutreffend. Zwar sind die zweidimensionalen Spektren der beiden dickeren Targets deckungsgleich, die der dünneren dagegen sind unabhängig von der Energie des Sekundärteilchens um etwa 4 ns zu größeren Flugzeiten verschoben. Auch scheint deren Flugzeitauflösung schlechter zu sein. Man kann diesen Effekt folgendermaßen erklären: Die Entfernung von Teleskopzähler S4, der in der Elektronik die Zeit des Pionstopps definiert, bis zum Target beträgt etwa 7 cm. Die dicken Targets haben eine effektive Massenbelegung von etwa  $0.26 \text{ g cm}^{-2}$  (Azetat), die dünneren jedoch nur etwa  $0.018 \text{ g cm}^{-2}$  (Azetat). In den ersteren stoppen Pionen bis zu einem Maximalimpuls von etwa  $40 \text{ MeV/c}$  entsprechend einer Maximalenergie von  $5.6 \text{ MeV}$ . Es erscheint sinnlos, aus der Homogenität der Pionstoppverteilung (siehe IV.8) auf die Energieverteilung unterhalb dieser  $5.6 \text{ MeV}$  zu schließen, denn die Reichweite von Pionen solch kleiner Energien ist schlecht bestimmbar. Nimmt man deshalb stark vereinfachend für diesen kleinen Energiebereich eine lineare Energie-Reichweite-Beziehung an, so würde sich für die im dicken Target gestoppten Pionen hinter dem Absorber eine homogene Energieverteilung mit einer mittleren Energie von  $2.8 \text{ MeV}$  ergeben. Dieser Wert entspricht einer Pionen-

flugzeit vom Zähler S4 zum Target von 1.2 ns. In den vierzehnfach dünneren 0.1 mm Targets stoppen unter denselben Voraussetzungen Teilchen mit einer mittleren Energie von 0.2 MeV entsprechend einer Flugzeit von 4.4 ns. Die Sekundärteilchen der in den dünnen Targets gestoppten Pionen erscheinen also, verglichen mit Sekundärteilchen aus dicken Targets, im Mittel um etwa 3 ns zu spät. Wegen der großen Streuung der Flugzeiten der in dünneren Targets gestoppten Pionen wird damit auch die Flugzeitmessung unsicherer. Aus diesem Grund scheiterte auch eine Auswertung von Daten noch dünnerer Targets (z.B. mit Targetdicken von etwa 20  $\mu\text{m}$ ).

Die angestellten Überlegungen sind zwar nur eine sehr grobe Abschätzung, aber sie zeigen, daß die für verschiedene Targetdicken unterschiedliche Energieverteilung der im Target gestoppten Pionen der Grund für die beobachtete Verschiebung der Flugzeitspektren und die verschlechterte Zeitmessung bei den dünnen Targets sind.

Durch eine einfache Zeitskalenverschiebung können die zweidimensionalen Dünntargetspektren mit denen der dicken Targets zur Deckung gebracht und mit denselben Trennkurven ausgewertet werden.

#### IV.3 Praktische Durchführung der Rohdatenanalyse für das Zählersystem S7, S7'

Wegen des um die Hälfte kürzeren Flugweges eignet sich die Flugzeitmethode kaum für die Teilchentrennung beim Zählersystem S7, S7'. Die Trennung wird hier ausschließlich unter Benutzung der  $\Delta E$ -E-Methode durchgeführt. Die Abbildungen 14-17 zeigen die vier möglichen Spektren, in denen jeweils der Energieverlust ( $E7$  bzw.  $E7 \times 10$ , d.h. 10-fach verstärkt) über der Energie ( $E7'$ , bzw.  $E7' \times 10$ ) aufgetragen wird. Man erkennt deutlich die Hyperbeln für Protonen, Deuteronen und Tritonen und eine Doppellinie für die Heliumisotope. Man trennt zunächst die Teilchen, beginnend bei den Spektren, bei dem die Kurven am deutlichsten aufgelöst sind ( $E7 \times 10$  über  $E7' \times 10$ ),

ordnet sie in Energiespektren ein, verwirft alle als solche erkannten Untergrundereignisse und testet die übrigbleibenden Ereignisse anhand ihrer Lage in den weiteren Spektren. Die gemessene Flugzeit wird nur dazu benutzt, Teilchen zu verwerfen, die kleinere Flugzeiten als die schnellsten Protonen besitzen oder oberhalb der Hyperbel der Heliumkerne liegen.

Bei diesem Verfahren wird die Schwelle der Sekundärteilchenerkennung durch die Energie der vom Halbleiterzähler gerade noch durchgelassenen Teilchen bestimmt. Deshalb wurde für S7 ein nur 90  $\mu\text{m}$  dicker Si-Zähler gewählt. Damit ergibt sich eine Protonenschwelle von etwa 2.5 MeV und eine  $\alpha$ -Teilchenschwelle von etwa 7 MeV.

#### IV.4 Auswertung von in den Zählersystemen S6, S6' und S7, S7' koinzidenten Ereignissen

Bei dieser Auswertung wird zunächst abgefragt, ob die beiden zum Mastertrigger MT6 und MT7 gehörenden Bits des zweiten Koinzidenzregisters gesetzt worden sind. In diesem Fall wird die Teilchentrennung für die beiden Sekundärteilchen mit denselben Trennkurven und -verfahren durchgeführt, die auch zur Bildung der Einzelteilchenspektren verwendet werden. Hat die Teilchentrennung für beide Detektorsysteme jeweils ein geladenes Sekundärteilchen ergeben, so wird deren jeweilige Energie - wie in den beiden vorangegangenen Abschnitten - berechnet. Die Unterteilung in 1 MeV-Intervalle unterbleibt hier jedoch wegen der geringen Zahl an gefundenen Ereignissen.

Bei den sieben verschiedenen Teilchensorten, die im Zählersystem S6, S6' identifizierbar sind, und den vier des Zählersystems S7, S7' ergeben sich nun 28 mögliche Teilchenkombinationen. Für jede dieser Kombinationen wird ein zweidimensionales Spektrum angelegt, bei dem die Energie des Teilchens im Detektorsystem S7, S7' über der Energie des Teilchens im Detektorsystem S6, S6' aufgetragen wird. Die einzelnen Koinzidenzereignisse werden in diese Koinzidenz-

spektren eingeordnet. Wegen ihrer geringen Zahl werden die Koinzidenzereignisse nicht nach dem Targetmaterial, sondern nur nach der Dicke des Targets unterschieden.

Die Spektren koinzidenter Teilchen werden in den Abbildungen 31 und 32 dargestellt. Eine Diskussion der Fehler und Ergebnisse erfolgt in Kapitel V.

#### IV.5 Praktische Durchführung der Rohdatenanalyse für das Zählersystem S10, S10'

Im Zählersystem S10, S10' soll nur das hochenergetische Ende des Protonenspektrums untersucht werden, um festzustellen, ob es Pionabsorption in Sauerstoff oder Kohlenstoff mit Emission nur eines Protons und definierter Anregung des Restkernes gibt, d.h. ob sich z.B. die Reaktion  $^{12}\text{C}(\pi^-, p)^n\text{Be}^*$  nachweisen läßt. Deshalb wird nur dieser hochenergetische Teil des Spektrums ausgewertet.

Dazu wird ein zweidimensionales Spektrum (Energie über Energieverlust) von  $1024 \times 64$  Kanälen angefertigt. Für jedes Ereignis wird zunächst das Koinzidenzregister II abgefragt, ob nur das Bit, das zum Mastertrigger MT10 gehört, gesetzt ist und nicht koinzidente Ereignisse das Signal in den Summierstufen verfälschen. Weiter werden nur Ereignisse akzeptiert, deren Energieverlustsignal in weiten Grenzen dem eines hochenergetischen Protons entspricht. Der ausgewählte Teil des  $\Delta E$ -Konversionsbereichs wird in 64 Kanälen zusammengefaßt und über den 1024 Kanälen des E-ADC (ADC 11) aufgetragen. Die Resultate wurden in Kapitel V diskutiert.

#### IV.6 Eichungen

Dieser Abschnitt beschreibt die Eichung des Halbleiterzählers S6 und des NaJ-Zählers S6'. Die Eichung des Zählersystems S7, S7' erfolgt analog, für den Röntgenstrahlendetektor S11 wird sie in Abschnitt IV.9 beschrieben. Die Bedeutung der hier benutzten Indizes für die ADC und TDC geht aus Tabelle 3 und aus den Blockschaltbildern (Abb. 4-6) hervor.

## 1. Eichung des Halbleiterzählers.

Hier werden folgende Informationen benutzt:

- (i) Eichung mit dem  $\alpha$ -Präparat ThB mit zwei Linien bei 6.05 und 8.78 MeV.
- (ii) Berechnung der maximalen Energieabgabe der verschiedenen geladenen Teilchen im Halbleiterzähler. Diese beträgt für den 190  $\mu\text{m}$  dicken Zähler S6
  - 4.72 MeV für Protonen
  - 6.25 MeV für Deuteronen
  - 7.3 MeV für Tritonen und
  - 18.3 MeV für  $\alpha$ -Teilchen.
- (iii) Der Energieverlust des 30.6 MeV Tritons aus der Reaktion  ${}^4\text{He} + \pi^- \rightarrow t+n$  im Zähler S6 beträgt 1.52 MeV. (siehe auch IV.6.2(i)),

Die unter (i) und (ii) bestimmten Eichpunkte liegen im Konversionsbereich des ADC1, der unter (iii) bestimmte geringfügig über dessen Schwelle. Trägt man nun willkürlich von irgendwelchen Ereignissen die verstärkte über der unverstärkten Halbleiterenergie in einem zweidimensionalen Spektrum auf, so erhält man eine Gerade, die die Umrechnung von Daten des ADC2 in solche des ADC1 ermöglicht. Man eicht also mit diesen Eichpunkten beide ADC gleichzeitig.

Abbildung 19 zeigt die Eichgerade für ADC1. Die vertikalen Fehlerbalken resultieren aus der nicht exakt ablesbaren Lage der Umknickpunkte, die dazugehörigen Energien lassen sich auf etwa  $\pm 5\%$  genau berechnen. Die Fehler der anderen Punkte sind kleiner als die Zeichengenauigkeit. Der Fehler der Kanal-Energie-Zuordnung beträgt etwa  $\pm 2\%$ .

Die Eichung der Zeitachse, die nur bei der Darstellung der zweidimensionalen Spektren benötigt wird, ergibt sich aus dem bekannten Energie-Flugzeit-Zusammenhang (Gl. IV.1a).

## 2. Eichung des NaJ-Zählers.

Hier kommen die folgenden Eichpunkte zur Anwendung:

- (i) Einen wichtigen Eichpunkt erhält man aus der Reaktion  $\pi^- + {}^4\text{He} \rightarrow t + n$ , bei der ein monoenergetisches Triton von 30.60 MeV entsteht. Das Neutron wird nicht nachgewiesen. Bei dieser Eichmessung wird die ganze Streukammer mit Heliumgas gefüllt und dieses als Target verwendet. Wegen der guten Abgrenzung des Targetvolumens durch Kollimatoren und die genaue Strahlfleckbegrenzung durch die Teleskopzähler S3 und S4 sieht man das Sekundärteilchenspektrum des Pioneinfangs am Helium praktisch untergrundfrei, trotz der äußerst geringen Stopprate. Abbildung 18a zeigt das  $\Delta E-E$  - Spektrum für das Zählersystem S7,S7', Abbildung 18b das entsprechende für S6,S6'. Deutlich erkennt man die kontinuierlichen Spektren der Protonen und Deuteronen sowie die nur bei 30.6 MeV Gesamtenergie auftretenden Tritonen. Diese geben im Falle des Zählersystems S6,S6' 1.52 MeV im Halbleiterzähler und 29.1 MeV im NaJ-Zähler ab. Die Lage des Peaks im NaJ-Zähler ist auf  $\pm 1\%$  bestimmbar.
- (ii) Ist der Halbleiterzähler geeicht, so läßt sich für ein geladenes Teilchen die Energie berechnen, die zu einem gemessenen Energieverlust führt. Daraus ergibt sich die Energieabgabe im NaJ-Zähler. Mit Hilfe des  $\Delta E-E$ -Spektrums lassen sich daraus weitere Eichpunkte gewinnen. Wegen des hyperbelähnlichen Verlaufs der  $\Delta E-E$ -Kurven (siehe Abb.14) liefert diese Methode nur im niederenergetischen Bereich gute Eichpunkte.
- (iii) Die Endpunkte der Energiespektren liefern weitere Eichpunkte. Sie wurden mit guter Statistik an einem 1 mm-Graphittarget bestimmt. Die kinematisch möglichen Maximalenergien von p,d und t betragen für den  $\pi^-$ -Einfang an Kohlenstoff:



Teilchenart	Maximalenergie (MeV)
p	101.8
d	94.0
t	84.2

In Abbildung 20 sind alle diese Eichpunkte eingetragen. Der Tritoneneichpunkt (i) ist mit nur geringen Fehlern behaftet. Die unter (ii) genannten Datenpunkte haben folgende Fehler: Bei vorgegebener Halbleiterenergie läßt sich der zugehörige ADC 3-Kanal nur mit begrenzter Genauigkeit ablesen; dies wird durch die senkrechten Fehlerbalken beschrieben. In den Fehler der Energieberechnung dieser Eichpunkte gehen die Unsicherheit bei der Eichung des Halbleiterzählers und unterschiedliche Literaturangaben für den Energieverlust ein. Die Fehler der Berechnung der Maximalenergien (iii) betragen nach Mechtersheimer<sup>7</sup> etwa  $\pm 3\%$ .

Ein Gleichspannungspegel ist in ADC3 nicht zu erkennen. ADC4 (verstärkte NaJ-Energie) und die Zeit des NaJ-Zählers werden analog zum Halbleiterzähler geeicht. Man kann die Eichung des ADC4 anhand des  $\gamma$ -Spektrums einer <sup>60</sup>Co-Quelle testen, indem man überprüft, ob der Fotopeak bei 1.33 MeV mit dem aus der Eichung erhaltenen zugehörigen Kanalwert übereinstimmt. Es ergibt sich gute Übereinstimmung.

Die so erhaltene Eichung des NaJ-Zählers gilt zunächst nur für Wasserstoffisotope. Heliumisotope liefern bei gleicher Energie eine geringere Lichtausbeute in NaJ- die sich nach Eby et al.<sup>24</sup> aus der Protoneneichung umrechnen läßt. Als Parameter geht dabei der Thalliumgehalt des Kristalls (0.1% nach Herstellerangabe) ein.

#### IV.7 Absolutnormierung der Spektren

##### IV.7.1 Bestimmung der absoluten Stopprate.

Um die Anzahl der Sekundärteilchen in einem Energieintervall pro gestopptem Pion angeben zu können, muß man außer dem

Raumwinkel auch die Zahl der Pionstopps kennen.

Diese ist nicht identisch mit der Zählrate  $Z_{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot \bar{5}}$ . Es sind noch folgende Korrekturen und Fehler zu berücksichtigen. Hierbei beziehen sich alle Zahlenangaben auf ein 1.4 mm Kunststofftarget.

- (i) Das Signal  $1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot \bar{5}$  enthält auch Pionen, die in der Targethalterung oder im Zähler S4 gestoppt oder dort so gestreut werden, daß sie den Antizähler S5 nicht erreichen. Dies wird korrigiert, indem man die Stopprate ohne Target mißt und von der Stopprate mit Target subtrahiert.
- (ii) Werden geladene Sekundärteilchen, die im Target gebildet werden, im Zähler S5 nachgewiesen, so verringert sich die gemessene Stopprate. Die Größe des Effekts läßt sich aus dem Raumwinkel, unter dem Zähler S5 vom Target aus gesehen wird, und der über alle Energien integrierten Teilchenausbeuten bestimmen. Der Fehler, der sich bei dieser Geometrie ergibt, beträgt etwa -3%.
- (iii) Folgende Effekte, die die gemessene Stopprate verfälschen, werden bei Mechttersheimer<sup>7</sup> ausführlich diskutiert. Positive Vorzeichen bedeuten zu groß gemessene Stoppraten.
  - a) Stopps von Elektronen und Myonen <<+1%
  - b) Verlust von Pionen im Target durch andere Reaktionen als Absorption ~+2%
  - c) Coulombstreuung der Pionen +1%
  - d) Zerfälle des Pions zwischen Target und Zähler S5 <+2%.

Die aufgelisteten Fehler heben sich in etwa auf, sind jedoch teilweise Abschätzungen, die bis zu 50% falsch sein können. Deshalb wird ein Fehler von  $\pm 3\%$  bei der Bestimmung der absoluten Pionstopprate angenommen.

#### IV.7.2 Korrektur der durch die Zeitstruktur des Pionenstrahls bedingten Fehlzuordnungen.

Nicht zu jedem Sekundärteilchen wird die richtige Flugzeit gemessen. Es ist auch möglich, daß das Startsignal des

Flugzeit-TDC ( $1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot \bar{5}$ ) nicht von dem zugehörigen gestoppten Pion geliefert wird, sondern von irgend einem - meist früher - einfallenden Pion. Wie wir gesehen haben, muß das durchaus nicht heißen, es sei tatsächlich ein Pion gestoppt worden. Die Meßelektronik ist nicht in der Lage, immer das richtige Signal auszuwählen, vielmehr wird das erste  $1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot \bar{5}$ -Signal, das ins Zeitfenster fällt, als Start gewählt. Deshalb erkennt man in zweidimensionalen Energie-Flugzeit-Spektren Wiederholungen der Flugzeithyperbeln mit einem Abstand von 19.75 ns, entsprechend der Hochfrequenz des Zyklotrons von 50.633 MHz.

Nimmt man an, die Wahrscheinlichkeit, ein Pion aus dem n-ten Strahlpuls zu stoppen, sei unabhängig davon, ob ein Pion aus dem vorangegangenen Strahlpuls gestoppt wurde, so kann man durch Aufsummierung einer Wiederholungsstruktur auf den Einfluß aller Wiederholungsstrukturen schließen. In der vorliegenden Messung wurde die dritte Wiederholung des Spektrums aufintegriert. Diese liegt etwa in der Mitte des Zeitfensters. Dort liegen  $(2.35 \pm 0.05)\%$  der Anzahl der Ereignisse, die in der Hauptstruktur zu finden sind. Im Mittel kommt alle 60 Hochfrequenzpulse ein Signal  $1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot \bar{5}$ , falsch zugeordnete Ereignisse klingen also mit einer Zeitkonstanten von 60.20 ns ab. Über wenige benachbarte Wiederholungsstrukturen ist also die Anzahl der falsch korrelierten Teilchen nahezu konstant. Wegen der für Zählersystem S6, S6' gewählten Länge des Zeitfensters fallen  $(9 \pm 1)$  Pulse in dieses Fenster. Dies ergibt eine Gesamtkorrektur von  $(21.2 \pm 2.4)\%$ . Bei zu kleinen Flugzeiten erscheinen nochmals 1% der Sekundärteilchen. Wir erhalten also nur für  $(78 \pm 2.5)\%$  aller gebildeten geladenen Sekundärteilchen die richtige Flugzeit, die restlichen werden durch das Teilchentrennverfahren verworfen. Dieser Faktor geht in die Normierung ein. Bei den wenigen Ereignissen mit sehr kleinen Energien, bei denen die Spektren der Teilchen ineinanderlaufen, ist diese Korrektur nicht so sicher zu bestimmen.

#### IV.7.3 Bestimmung des Normierungsfaktors.

Alle Normierungen werden mit den Daten der 1.4 mm-Targets vorgenommen. Dabei werden die normierten Spektren durch Multi-

plikation der gemessenen Ausbeuten mit dem Normierungsfaktor

$$\text{NORMFAKTOR} = \frac{4\pi \text{ (20 ns-Strukturfaktor)}}{\Omega \text{ (Anzahl der Pionstops)}}$$

erhalten.

$\Omega$  ist dabei derjenige Raumwinkel, unter dem der jeweilige Zähler vom Target aus gesehen wird. Der Fehler von  $\Omega$  beträgt etwa  $\pm 2\%$ ; mit den Fehlern der Stopprate und des Korrekturfaktors für die 20 ns-Wiederholungsstruktur ergibt sich ein Maximalfehler der Normierung von  $\pm 7.5\%$ .

Die Bestimmung der Stopprate der Pionen in dünnen (0.1 mm) Targets ist nach dieser Methode unmöglich, denn die Stoppraten mit und ohne Target unterscheiden sich nur geringfügig. Dies ist leicht einzusehen, wenn man bedenkt, daß der Zähler S4 etwa die zehnfache Massenbelegung des Targets hat. Kleine Schwankungen in den Zählraten von typisch 0.5% führen in der Stopprate für die 0.1 mm Targets schon zu Fehlern von 20%. Deshalb werden die Spektren der Wasserstoffisotope der dünnen Targets an die der dicken im Bereich von 40 bis 70 MeV angepaßt, nachdem diese auf unendlich dünne Targetdicke umgerechnet worden sind (siehe dazu IV.8). Dabei ergibt sich ein weiterer Fehler von etwa  $\pm 3\%$ , die zu einem Maximalfehler der Normierung der Spektren der dünnen Targets von  $\pm 10.5\%$  führen.

Im Anhang A sind alle ausgewerteten normierten Meßspektren aufgelistet. Die Abbildungen 21 bis 24 zeigen die grafischen Darstellungen dazu.

#### IV.8 Targetdickenkorrektur

Jedes geladene Sekundärteilchen, das nach der Absorption von Pionen in einem Target endlicher Dicke gebildet wird, verliert durch Ionisation einen Teil seiner Energie im Target. Ist die Energie nur hinreichend klein oder der im Target zurückzulegende Weg hinreichend groß, so wird das Teilchen im Target gestoppt und kann nicht in den

Detektoren registriert werden. Gemessene Sekundärteilchenspektren weichen also stets von den sogenannten Produktionsspektren ab, die man bei unendlich dünnen Targets messen würde. Diese Abweichung vergrößert sich natürlich mit wachsender Targetdicke.

Produktionsspektren lassen sich jedoch aus den Meßspektren berechnen. Wie bei Mechttersheimer<sup>7</sup> gezeigt, läßt sich ein Meßspektrum  $M(E)$  folgendermaßen durch das zugehörige Produktionsspektrum  $P(E)$  ausdrücken:

$$M(E) = \frac{1}{d_{\text{eff}}} \frac{dR}{dE}(E) \int_E^{G(E)} P(E') dE' \quad (\text{IV. 8a})$$

$R(E)$  ist die Reichweite des jeweiligen Teilchens der Energie  $E$ ,  $d_{\text{eff}}$  ist die effektive Targetdicke (siehe Abb.25) und  $G(E) = E(R(E)+d_{\text{eff}})$  die maximale Energie, mit der das mit der Energie  $E$  gemessene Teilchen im Target gebildet sein könnte. In die Ableitung dieser Beziehung gehen folgende Voraussetzungen ein:

- (i) Es soll eine homogene Stoppverteilung der Pionen über das gesamte Targetvolumen vorliegen, d.h. Sekundärteilchen sollen aus jeder Tiefe  $z$  mit gleicher Wahrscheinlichkeit emittiert werden. Da die Stopprate stets optimiert wurde, befindet sich das Target im Maximum des Stoppeaks der Pionen, dessen Halbwertsbreite hier etwa  $2 \text{ g cm}^{-2}$  beträgt. Die Stoppverteilung ist also auch in den dicken Targets ( $0.28 \text{ g cm}^{-2}$ ) hinreichend homogen.
- (ii) Es wird ein paralleler Sekundärteilchenstrahl in der Richtung zum Detektorsystem betrachtet. Dies ist bei der Geometrie dieses Versuchsaufbaus in guter Näherung erfüllt.
- (iii) Vielfachstreuung und Stragglingeffekte werden vernachlässigt.

Das Meßspektrum geht also aus einer Faltung des Produktionsspektrums mit der Reichweitenkurve der jeweiligen Teilchen

hervor. Zur Entfaltung differenziert man Gleichung IV.8a) und erhält

$$\frac{dM}{dE}(E) = \frac{1}{d_{\text{eff}}} \left[ \frac{d^2R}{dE^2}(E) \int_E^{G(E)} P(E') dE' + \frac{dR}{dE}(E) [P(G(E)) \times \frac{dG}{dE}(E) - P(E)] \right] \quad (\text{IV.8b})$$

Ersetzt man das Integral nach Gleichung (IV.8a), so ergibt sich das Produktionsspektrum

$$P(E) = P(G(E)) \times \frac{dG}{dE}(E) + \left[ d_{\text{eff}}^{M(E)} \frac{\frac{d^2R}{dE^2}(E)}{\left(\frac{dR}{dE}(E)\right)^2} - \frac{\frac{dM}{dE}(E)}{\frac{dR}{dE}(E)} \right] \quad (\text{IV.8c})$$

Ein auf diesen Ausdruck basierendes Programm von Schlepütz<sup>25</sup> wird in leicht modifizierter Form zur Berechnung der Produktionsspektren verwendet. Zur Eingabe werden zunächst die Meßspektren logarithmiert und eine Kurve der Form

$$M(E) = \exp(a_0 + \sum_{i=1}^n a_i E^{bi}); \quad n \leq 7 \quad (\text{IV.8d})$$

an die Daten angepaßt. Die berechneten Produktionsspektren weisen daher keine statistischen Schwankungen mehr auf. Diese werden in einer Maximal- und Minimalrechnung berücksichtigt, bei der eine Anpassung der Koeffizienten an die oberen bzw. unteren statistischen Fehlergrenzen der Meßpunkte  $n(e)$

$$M_{\text{max}}(E) = \text{NORMFAKTOR} \cdot (n(E) \pm \sqrt{n(E)})$$

min

vorgenommen wird. Die so erhaltenen Kurven werden nach demselben Verfahren entfaltet.

Die benötigten Reichweitekurven werden mit Hilfe des Programms SPAR aus Oak Ridge<sup>26</sup> berechnet.



die jeweiligen Targets aufgenommen wurden. Die wesentlichen Peaks konnten mit den von Egidy et al.<sup>27</sup> angegebenen Energien der pionischen Übergänge in  $^{12}\text{C}$  und  $^{16}\text{O}$  identifiziert werden. Die in der Auswertung benutzten Peaks (4→2 und 3→2 Übergänge) sind in den Abbildungen bezeichnet, doch lassen sich noch weitere Übergänge der Balmerserie erkennen. Übergänge zum Grundniveau (z.B. 2p-1s) sind wegen der starken Absorption des Pions aus diesem Niveau stark verbreitert und eignen sich in unserem Falle nicht für die Bestimmung des C bzw. O-Gehalts der Targets.

Auch hier müssen an den Spektren eine Reihe von Korrekturen angebracht werden, um die ursprüngliche Anzahl der produzierten Photonen zu bekommen.

Zunächst soll die Selbstabsorption im Target behandelt werden. Man nimmt wieder eine homogene Pionstoppverteilung an. Werden in einer bestimmten Zeit  $N_P$  Photonen einer bestimmten Energie im Target produziert, so zählt man nur

$$N_M = \int_{z=0}^{d_{\text{eff}}} \frac{N_P}{d_{\text{eff}}} \exp(-\mu z') dz' = \frac{N_P}{d_{\text{eff}} \mu} [1 - \exp(-\mu d_{\text{eff}})] \quad (\text{IV.9a})$$

Photonen im Detektor. Damit ergibt sich die Anzahl der produzierten Photonen aus der der gemessenen Photonen zu

$$N_P = N_M \frac{d_{\text{eff}} \mu}{[1 - \exp(-\mu d_{\text{eff}})]} \quad (\text{IV.9b})$$

Für den totalen Absorptionskoeffizienten  $\mu$  gelten nach H.E. Johns<sup>28</sup> die in Tabelle 4 zusammengestellten Werte. Die Korrektur beträgt stets weniger als 10%.

Eine weitere Korrektur ist wegen der Absorption im 55  $\mu\text{m}$  dicken Aluminiumfenster (Massenbelegung  $0.015 \text{ g cm}^{-2}$ ), durch das die Röntgenstrahlen die Streukammer verlassen, nötig. Dieser Faktor beträgt zwischen 0.928 für eine Photonenenergie von 18.4 MeV und 0.993 für die 44.3 MeV-Linie. Der Zählratenverlust durch das Berylliumfenster des Detektors ist vernachlässigbar.



Eine Liste der berechneten vollständigen Korrekturfaktoren findet man in Tabelle 5.

Bei den dünnen Targets erhält man etwa 4000 Ereignisse im 3→2-Peak und etwa 1000 Ereignisse im 4→2-Peak. Dies führt zu statistischen Fehlern von 1.6 bzw. 3.2%. Bei den dicken Targets sind stets mehr als 5000 Ereignisse in einem Peak zu finden. Man nimmt nun eine Ansprechwahrscheinlichkeit von 100% für alle vorkommenden Gammaenergien in unserem Detektor an. Die angegebenen Peaks in den jeweiligen Spektren werden sowohl von Hand als auch mit dem Computer aufintegriert. Beim Computer werden zunächst a) eine Gaußkurve und b) eine Breit-Wigner-Kurve an die Daten angepaßt, der Untergrund subtrahiert und dann integriert. Die Ergebnisse der drei Methoden werden gemittelt und mit den Korrekturfaktoren multipliziert. Es ergeben sich für die prozentualen Anteile der von den einzelnen Targetkernen in den jeweiligen Targets produzierten Röntgenstrahlung folgende Werte:

Target	% C	% O	C : O
1.4 mm Azetat	50.9	49.2	1.03
0.1 mm Azetat	52.3	47.7	1.10
1.4 mm Hostaphan	61.1	38.9	1.57
0.1 mm Hostaphan	59.6	40.4	1.48
Azetat gemittelt	51.6	48.5	1.07
Hostaphan gemittelt	60.4	39.7	1.53

Die relativen Verhältnisse der Röntgenstrahlenausbeuten von dicken und dünnen Targets gleicher Zusammensetzung unterscheiden sich um maximal 2.3%; dies ist im Rahmen der Statistik zu erwarten. Die maximale Differenz zwischen den Ergebnissen verschiedener Integrationsmethoden betrug 4%.

Abbildung 30 zeigt das Spektrum des Röntgenstrahlungsuntergrundes. Bei dieser Null-Messung befand sich nur die leere Halterung des Targets ('Ring only') in der Streukammer. Es sind keinerlei Peaks in diesem Spektrum zu erkennen, die auf Pioneneinfang in Sauerstoff oder Kohlenstoff schließen ließen.

Da auch die Targethalterung (glasfaserverstärkter Kunststoff) und die Szintillatoren und Lichtleiter im wesentlichen aus diesen Elementen bestehen, kann mit Sicherheit davon ausgegangen werden, daß dort absorbierte Pionen auch die Spektren geladener Sekundärteilchen nicht beeinflussen.

Mit der Messung der pionischen Röntgenstrahlung sind zwei Ziele verbunden: einmal die schon erwähnte Bestimmung der relativen Absorptionswahrscheinlichkeiten an C und O und zum anderen die Gewinnung einer von der Stoppzählrate  $1234\bar{5}$  unabhängigen Normierung.

Eine Berechnung der Gesamtzahl der gestoppten Pionen aus den Röntgenausbeuten und damit eine Normierung der Spektren geladener Sekundärteilchen stößt auf folgende Schwierigkeiten. Unbekannt ist einmal die Fluoreszenzausbeute der pionischen Übergänge, d.h. mit welcher Wahrscheinlichkeit beim Übergang eines Pions zwischen zwei atomaren Niveaus ein Gammaquant bzw. ein Auger-Elektron erzeugt werden. Außerdem wären bessere Modellrechnungen des Ablaufs der Kaskade und die genaue Kenntnis der Absorption der Pionen aus den einzelnen Niveaus nötig. Da diese Faktoren nicht gut genug bekannt sind, wird die Normierung der Daten über die Zählraten der Teleskopzähler beibehalten.

Um die aus den Röntgenspektren ermittelten C:O-Verhältnisse für Hostaphan und Zelluloseazetat mit den aus der chemischen Analyse und dem Fermi-Teller-Gesetz gewonnenen Verhältnissen vergleichen zu können, muß eine Annahme über die Fluoreszenzausbeute gemacht werden. Legt man gleiche Fluoreszenzausbeuten für die Balmer-Serien von Kohlenstoff und Sauerstoff zugrunde<sup>29</sup>, so erhält man folgende Werte für die C:O-Verhältnisse:

	F-T-Gesetz + chem. Analyse	Röntgenspektren + Annahme gleicher fluoreszenzausbeute
Zelluloseazetat	1.13	1.06
Hostaphan	1.87	1.53

Die gemessene  $^{12}\text{C}$ -Ausbeute ist bei Hostaphan geringer als erwartet, während beim Azetatarget die Messung mit der Rechnung

nach dem Fermi-Teller-Gesetz übereinstimmende Ergebnisse liefert. Diese Abweichung kann unter Umständen mit der Struktur der chemischen Bindungen zusammenhängen.

Zur Trennung der Anteile des Pioneinfangs an  $^{12}\text{C}$  und  $^{16}\text{O}$  in den Spektren der geladenen Sekundärteilchen werden die folgenden Werte benutzt:

Target	$\frac{\pi^- \text{-Absorption in } ^{12}\text{C}}{\pi^- \text{-Absorption in } ^{16}\text{O}}$
Azetat	$1.1 \pm 0.1$
Hostaphan	$1.7 \pm 0.2$

Sie ergeben sich durch Mittelung der auf zwei Weisen bestimmten C:O-Einfangverhältnisse.

## V. MESSRESULTATE UND DISKUSSION

### V.1 Fehlerbetrachtung

Zusammenfassend sind hier nochmals alle schon im vorigen Kapitel erwähnten Fehler der Meßergebnisse aufgelistet.

1. Der Fehler der Energieeichung beträgt nach Abschnitt IV.6 etwa  $\pm 2\%$ .
2. Teilchentrennung
  - (i) Die Teilchenidentifizierung im Zählersystem S6,S6' ist in allen Energiebereichen für die Wasserstoff- und die beiden Heliumisotope sehr gut. Es werden, wie durch Vergleich redundanter Information ermittelt wurde, maximal 1% der Teilchen falsch eingeordnet. Die Trennung der Lithiumisotope ist wegen des relativ geringen Flugzeitunterschiedes bei gleicher Energie mit einem Fehler von etwa  $\pm 20\%$  behaftet.
  - (ii) Die Teilchentrennung im Zählersystem S7,S7' ist bei hohen Energien weniger zuverlässig. Die Unsicherheit beträgt hier etwa  $\pm 8\%$ .
  - (iii) Im hochenergetischen Ende des Spektrums des Zählersystems S10,S10' sind etwa 90% der Teilchen tatsächlich Protonen.
3. Die Normierung ist für einen systematischen Größtfehler von  $\pm 7.5\%$  bei den Spektren der 1.4 mm Targets und von  $\pm 10.5\%$  bei den Spektren der 0.1 mm Targets verantwortlich (siehe Abschnitt IV.7).
4. Statistische Fehler der Einzelmeßpunkte gehen über das Entfaltungsprogramm in die Produktionsspektren ein. Um diesen Fehler abzuschätzen, wird für jedes Spektrum die Entfaltung dreimal durchgeführt (siehe Abschnitt IV.8).
5. Systematische Abweichungen in den Energie-Reichweite-Tabellen bei kleinen Energien führen zu Fehlern in den

Produktionsspektren, die mit Targetdicke und Ionisationsdichte der Teilchen anwachsen. Die verlässlichsten Ergebnisse liefern daher die 0.1 mm-Spektren.

6. Zur Vermeidung von Totschichten wurden an den NaJ-Kristallen Aluminiumfenster, die normalerweise den stark hygroskopischen Kristall vor Luftfeuchtigkeit schützen, entfernt. Trotz häufiger Reinigung ließ sich in einigen Experimenten eine dünne Totschicht durch Blindwerden des Kristalls an der Oberfläche nicht ganz vermeiden. Dies führt zu Unsicherheiten bei Energien, bei denen die Teilchen den NaJ-Zähler gerade noch erreichen. Die Spektren zeigen dort eine gewisse Welligkeit, die mit der Ionisationsdichte der Teilchen zunimmt. Die Welligkeit wurde durch das Kurvenanpassungsverfahren bei der Entfaltung (siehe IV.8) weitgehend ausgeglichen.

## V.2 Gemessene Energiespektren

Ausgewertet wurden im Detektorsystem S6,S6' die Energiespektren der Protonen, Deuteronen, Tritonen, der  $^3\text{He}$ ,  $^4\text{He}$ -,  $^6\text{Li}$ - und  $^7\text{Li}$ -Kerne, jeweils für die 1.4 mm und die 0,1 mm dicken Zelluloseazetat- und Hostaphantargets. Diese Energiespektren sind in den Abbildungen 21 und 22 dargestellt.

Bei kleinen Energien muß die Teilchenidentifizierung über Energie und Flugzeit erfolgen. Deshalb lassen sich Tritonen und  $^3\text{He}$ -Kerne unterhalb 6 MeV nicht unterscheiden (siehe IV.1). Die Tritonen sind aber oberhalb von 6 MeV etwa zehnmal so häufig wie  $^3\text{He}$ , so daß alle  $A=3$  Ereignisse unter dieser Schwelle ohne großen Fehler als Tritonen angesprochen werden. Die Spektren der Lithiumkerne beginnen bei 5.5 MeV. Unterhalb dieser Energie ist wegen der geringen Ausbeute an Li-Kernen der Untergrund, der sich in den anderen Spektren erst unterhalb 1.5 MeV bemerkbar macht, zu groß.

Die Abbildungen 23 und 24 zeigen die Energiespektren aller nachgewiesenen Teilchen, wie sie mit dem Detektorsystem S7,S7' gemessen wurden. Da hier nur Teilchen getrennt werden können, die den Halbleiterzähler durchdringen (siehe IV.3), beginnen

diese Spektren erst bei höheren Energien.

Eine Liste aller Meßspektren findet sich in Anhang A.

Indem man die Meßspektren im Detektorsystem S6, S6' (Abbildungen 21 und 22) miteinander vergleicht, läßt sich der Einfluß der Targetdicke gut demonstrieren. Im Bereich oberhalb von etwa 50 MeV unterscheiden sich die Spektren der Wasserstoffisotope wegen des kleinen  $dE/dx$  dieser Teilchen für verschiedene Targetdicken kaum. Die Spektren für die dickeren Targets sind allerdings mit besserer Statistik gemessen, so daß man zur Diskussion des oberen Energiebereichs besser diese Spektren heranzieht. Bei niedrigen Energien bleiben die Teilchenausbeuten der 1.4 mm Targets erheblich hinter denen der 0.1 mm Targets zurück, weisen bei 5-7 MeV ein Maximum auf und fallen von dort zu niedrigen Energien stetig ab. Die Ausbeuten an Wasserstoffisotopen bei dünnen Targets zeigen dagegen deutlich den Verdampfungsanteil des Spektrums, steigen also zu kleinen Energien hin stetig an. Bei der niedrigsten zuverlässig gemessenen Energie unterscheiden sich die Protonenspektren um etwa einen Faktor vier! Noch größer wird dieser Effekt bei den stärker ionisierenden Heliumteilchen. Bei den dicken Targets liegt die Ausbeute an  $^4\text{He}$  stets weit unter der der Tritonen, obwohl sie, wie man in den Spektren der dünnen Targets sieht, teilweise höhere Ausbeuten als die Protonen zeigen. Hier liegt der Einfluß der Targetdicke bei etwa einer Größenordnung. Über die Spektrenformen der Lithiumisotope lassen die Daten der 1.4 mm-Targets fast überhaupt keine Aussage mehr zu.

Dieselben Effekte zeigen sich natürlich auch in den Spektren, die mit dem Zählersystem S7, S7' gemessen werden. Trotz unterschiedlicher Teilchentrennverfahren zeigt sich eine gute quantitative Übereinstimmung.

### V.3 Koinzidenzspektren

Die Abbildungen 31 und 32 zeigen die Spektren von koinzident in den Zählersystemen S6, S6' und S7, S7' auftretenden geladenen Sekundärteilchen. Alle Koinzidenzereignisse werden

nach Teilchenart sortiert. Auf der Abszisse ist die Energie des im Detektorsystem S6,S6' nachgewiesenen Teilchens auf der Ordinate des im System S7,S7' registrierten Teilchens, aufgetragen.

Zur Messung dieser Teilchen wurden

$4.2 \cdot 10^9$  Pionen in den 1.4 mm Targets und  
 $9.6 \cdot 10^8$  Pionen in den 0.1 mm Targets

gestoppt. Eine Unterscheidung der Koinzidenzereignisse vom Hostaphan bzw. Azetattarget erfolgt hier nicht (siehe Abschnitt IV.4).

### V.3.1 Abschätzung der zufälligen Koinzidenzen

Im folgenden soll der Anteil zufälliger Koinzidenzen abgeschätzt werden. Hat man beide Sekundärteilchen identifiziert und kennt man deren Energie und den Zeitpunkt des Eintreffens am Detektor, so läßt sich auf den Stoppzeitpunkt des zu jedem Teilchen zugehörigen Pions schließen. Es läßt sich leicht entscheiden, aus welchem Puls der 19.75 ns-Mikrostruktur des Beschleunigers ein Pion stammte. Ist dieser Puls für beide errechneten Stopps nicht identisch, so wird das Koinzidenzereignis verworfen. Falsche Ereignisse können also nur entstehen, wenn zwei Pionen aus einem Protonenpuls im Target gestoppt werden. Diese Wahrscheinlichkeit ist aber sehr gering. Auf 500 in einem 1.4 mm dicken Target gestoppte Pionen kommt ein Doppelpionenstopp. Bei 0.1 mm-Targets beträgt dieser Faktor  $10^{-5}$ . Dies ist aber nicht das Verhältnis echter zu zufälliger Koinzidenzen in den Spektren, da Raumwinkelfaktoren und die individuellen Teilchenausbeuten mit zu berücksichtigen sind.

Am Beispiel der p-p-Spektren, bei denen Sekundärteilchenabsorption im Target kaum eine Rolle spielt, läßt sich die Anzahl zufälliger Koinzidenzen wie folgt berechnen. Bei den Messungen der 1.4 mm Targets werden  $1.2 \cdot 10^5$  Protonen im Zählersystem S6,S6' und  $4.6 \cdot 10^5$  im System S7,S7' registriert. Während der Meßzeit gab es etwa  $2.0 \cdot 10^{12}$  Strahlpulse. Daraus errechnet sich die Anzahl zufälliger p-p-Koinzidenzen zu

$$\begin{aligned} \text{Anz.d.zuf.p-p-Koinz.} &= \frac{\text{Anzahl der Protonen}(S6, S6') \times \text{Anzahl der Protonen}(S7, S7')}{\text{Anzahl der Strahlpulse}} \\ &= 0.03. \end{aligned}$$

Das selbe Ergebnis ergibt sich mit der üblichen Formel für die Berechnung der zufälligen Koinzidenzen ( $N_Z = 2N_1N_2\Delta\tau$ ) mit einer Auflösungszeit  $2\Delta\tau = 20$  ns.

Diese Anzahl ist zu vergleichen mit 38 gemessenen p-p-Koinzidenzen. Da die Einzelzählraten anderer Teilchen wesentlich geringer sind als die der Protonen, zeigt sich hier, daß die Anzahl zufälliger Koinzidenzereignisse sogar bei den 1.4 mm-Targets völlig zu vernachlässigen ist.

### V.3.2 Diskussion

Alle Koinzidenzereignisse liegen innerhalb des für Pionabsorption an Sauerstoff oder Kohlenstoff und aufgrund von Impuls- und Energieerhaltung sowie der bekannten Teilchenmassen und Bindungsenergien berechenbaren und kinematisch erlaubten Bereichs. Dabei ergibt sich naturgemäß die größtmögliche Ausdehnung dieses Bereichs für echte Dreiteilchenreaktionen.

Zugleich macht man bei einer Betrachtung der Verteilung der Koinzidenzereignisse folgende Beobachtungen:

1. Bei allen Koinzidenzen gleichartiger Teilchen ist der Phasenraum symmetrisch. Die Verteilung der Ereignisse sollte also symmetrisch zur Winkelhalbierenden der beiden Energieachsen sein. Diese Beobachtung zeigt sich insbesondere in den p-p-, d-d- (Abb.31) und  $\alpha$ - $\alpha$ -Spektren (Abb. 32).
2. Mit zunehmendem Massenunterschied der beiden Sekundärteilchen sollten die Verteilungen eine Asymmetrie zeigen, die die höheren Energien der leichteren Teilchen bevorzugt. Dieses Verhalten ist vor allem am d- $\alpha$ -, p-t- (Abb.31) und besonders gut am p- $^4\text{He}$ -Spektrum (Abb.32) zu erkennen.

Trotz der geringen statistischen Genauigkeit lassen sich einige zumindest qualitative Aussagen über den Reaktionsmechanismus, d.h. über die Physik der Einfangprozesse machen.



1. Alle Koinzidenzereignisse liegen bei relativ hohen Teilchenenergien. Der hohe Anteil niederenergetischer Verdampfungsteilchen tritt in Koinzidenzspektren kaum in Erscheinung. Dies läßt sich durch die Isotropie der Verdampfungsreaktionen erklären. Das heißt aber auch, daß alle in der vorliegenden Messung häufig vorkommenden Koinzidenzereignisse nur wegen einer mehr oder weniger strengen  $180^\circ$ -Korrelation in diesem höheren Maße auftreten. Sie stammen vor allem aus der direkten Einfangreaktion oder einem sofort darauf folgenden Prozeß vor der Compoundkern-Bildung. Bei Koinzidenzen schwerer Teilchen (z.B. relativ häufige  $\alpha$ - $\alpha$ -Koinzidenzen) kommt auch eine Spaltung des Restkerns in Betracht.
2. Es gibt im Rahmen der vorliegenden Statistik keine Häufungen von Ereignissen, die auf mögliche Dreiteilchenendzustände hinweisen. Diese Ereignisse müßten auf der Randkurve des kinematisch erlaubten Bereichs zu finden sein. Für solche Ereignisse kommen vor allem schwere, neutronenreiche Sekundärteilchen in Betracht. Aus der Abwesenheit von echten Dreikörperendzuständen in der vorliegenden Messung von Koinzidenzen geladener Teilchen muß geschlossen werden, daß insgesamt mehr als drei Teilchen im Endzustand auftreten. Dies ist in gutem Einklang mit den gemessenen hohen Neutronenmultiplizitäten.<sup>30</sup> Eine Berechnung von Rückstoßspektren läßt sich nicht durchführen.
3. Die Spektren zeigen die Möglichkeit der Absorption negativer Pionen an korrelierten Nukleonenpaaren und Viernukleonenclustern mit anschließendem 'Pickup' eines Protons durch ein Neutron aus der primären Reaktion, das dann im Ausgang als Deuteron erscheint.
  - (i) Lee et al.<sup>17</sup> fanden eine starke  $180^\circ$ -Korrelation von koinzidenten Deuteronen und Neutronen bei  $^{12}\text{C}$ . Solch eine Winkelkorrelation könnte auf Absorption des Pions an einem Quasideuteron mit anschließendem Proton-'Pickup' durch eines der beiden in der Primärreaktion entstehenden Neutronen zurückgeführt werden. Auf ähnliche Weise können auch Protonen und Deuteronen im Endzustand entstehen. Im folgenden soll

abgeschätzt werden, ob die beobachtete p-d-Koinzidenzrate in Einklang mit einem solchen Prozeß zu bringen ist. Die gemessene Wahrscheinlichkeit für die Absorption des Pions an einem Protonenpaar ist nur etwa 1/4 der Wahrscheinlichkeit der Absorption an einem np-Paar.<sup>18</sup> Bei der Absorption am pp-Paar entstehen ein Proton und ein Neutron, wobei das letztere durch 'Pickup' zum Deuteron werden kann. Da diese 'Pickup'-Möglichkeit nur für das Neutron den gesuchten Endkanal (p-d-Koinzidenzen) erzeugt, verringert sich das Verhältnis von p-d-Koinzidenzen zu n-d-Koinzidenzen um einen weiteren Faktor 2 auf 1/8. Die Verschiedene Anzahl der nach der Absorption des Pions noch vorhandenen Protonen ergibt eine weitere Reduktion um einen Faktor 4/5. Wenn diese beiden Prozesse den Hauptanteil der unter 180° koinzidenten n-d- und p-d-Paare darstellen und wenn ihre Winkelverteilung gleich ist, so lassen sich die Ergebnisse der vorliegenden Messung mit denen von Lee et al. vergleichen. Es sollte gelten:

$$\frac{R(nd)}{R(pd)} \approx 10.$$

In der vorliegenden Arbeit werden für dicke Targets 13 p-d-Koinzidenzereignisse oberhalb der Deuteronenschwelle von 24 MeV, die im Experiment von Lee et al. vorlag, gezählt. Eine Umrechnung unter Berücksichtigung der Raumwinkel und Pionstoppraten ergibt eine Ausbeute von

$$(0.018 \pm 0.005) \text{ d-p-Ereignisse} / \pi^- \text{-Stop} / d \cos \theta$$

Der von Lee et al. gemessene Wert liegt bei etwa 0.26 für n-d-Ereignisse. Dies ist im Rahmen der Fehler beider Messungen mit dem oben abgeschätzten Wert von etwa 10 in guter Übereinstimmung. Dieses Ergebnis ist ein deutlicher Hinweis darauf, daß die Häufigkeit hochenergetischer Deuteronen von internen Proton-'Pickup'-Reaktionen herrühren kann.

(ii) Das Auftreten hochenergetischer Tritonen wird im allgemeinen auf die Absorption des Pions an  $\alpha$ -Clustern zurückgeführt. Neutron-Triton-Koinzidenzmessungen unterstützen diese Vermutung<sup>17</sup>. Aus Quasi- $\alpha$ -Teilchen erhält man zunächst nur ein geladenes Sekundärteilchen. Dennoch würde ein nachfolgender Proton-'Pickup' wieder zu Koinzidenzen geladener Teilchen und Tritonen führen. Dies macht das in den Koinzidenzspektren im Vergleich zu den Einzelteilchendaten, bei denen die Anzahl der Tritonen dieses Energiebereichs nur 1/10 der der Protonen ausmacht, vergleichsweise hohe Auftreten von Koinzidenzereignissen, an denen Tritonen beteiligt sind, verständlich.

4. Die große Zahl von  $\alpha$ -x-Koinzidenzen legt die Existenz von  $\alpha$ -Clustern, deren Nukleonen relativ fest gebunden sind, in den Kernen  $^{12}\text{C}$  und  $^{16}\text{O}$  nahe. Durch 'knock-out'-Reaktionen können Nukleonen aus der primären Reaktion diese  $\alpha$ -Cluster in Vorwärtsrichtung aus dem Kern herausschlagen. Auch solche Koinzidenzereignisse werden also unter  $180^\circ$ , dem Winkel unter dem die primären Nukleonen gebildet werden, ein Maximum haben. Da bei den meisten Koinzidenzereignissen im Falle der dünnen Targets  $\alpha$ -Teilchen beteiligt sind, ist anzunehmen, daß dieser 'knock-out' eine erhebliche Rolle bei der Pionabsorption spielt und auch für den großen Anteil der  $\alpha$ -Teilchen vor allem bei hohen Energien in Einzelteilchenspektren verantwortlich ist.

Die gemessenen Spektren weisen signifikante Asymmetrien bei ungleichen Teilchenmassen auf. Durchweg tritt das Ereignis, bei dem das schwerere der beiden Teilchen im Zählersystem S6,S6' und das leichtere in S7,S7' beobachtet wird, bevorzugt vor dem umgekehrten Fall auf. Dies muß auf apparative Asymmetrien (S7 hat einen viermal größeren Raumwinkel als S6) zurückgeführt werden.

Die gezeigten Ergebnisse stellen die ersten Koinzidenzmessungen geladener Sekundärteilchen dar. Die Diskussion zeigt aber bereits, daß weitere Untersuchungen dieser Art wesentliche

Informationen über den primären Absorptionsmechanismus, über vorgebildete Clusterstrukturen und final-state-Wechselwirkungen geben können. Dazu müßten aber die experimentellen Anordnungen speziell auf die Messung von Koinzidenzereignissen ausgelegt werden. Dies war in der vorliegenden Messung nicht der Fall, da die Messung von Einzelteilchenspektren im Vordergrund stand.

#### V.4 Auf Targetdicke korrigierte Einzelteilchenspektren (Produktionsspektren)

Die Produktionsspektren, d.h. die Energieverteilungen der geladenen Sekundärteilchen werden, wie in Abschnitt IV.8 erläutert, aus den Meßspektren der verschiedenen Targets berechnet. Sie sind in den Abbildungen 33 bis 44 dargestellt und im Anhang B aufgelistet. Die dort angegebenen Maximal- und Minimalwerte beinhalten nur die statistischen Fehler.

Eine Demonstration der Qualität der Targetdickenkorrektur erhält man durch Vergleich der bei verschiedenen Targetdicken berechneten Produktionsspektren (Abb. 45a-e) zeigen das am Beispiel des Zelluloseazetats). Die verlässlichsten Daten erhält man im niederenergetischen Bereich natürlich von den 0.1 mm Targets, da hier die Korrektur am kleinsten ist. Größere Fehler treten im Übergangsbereich zwischen Präequilibriums- und Verdampfungsanteil der Spektren im Bereich von etwa 15 MeV bei den dickeren Targets und einfach geladenen Teilchen auf. Hier müssen nämlich aus relativ flach verlaufenden Meßspektren große Änderungen in den Steigungen der Produktionsspektren berechnet werden. Diese Fehler übertragen sich durch die rekursive Rechnung zu kleinen Energien. Deshalb wurden die Spektren einfach geladener Teilchen beim 1.4 mm Target erst ab 6 MeV gezeigt. Oberhalb etwa 12 MeV stimmen die aus Targets verschiedener Dicke gewonnenen Produktionsspektren im Rahmen der statistischen Fehler, die besonders am hochenergetischen Ende bei den 0.1 mm Targets ins Gewicht fallen (bei Tritonen am stärksten), und der Unsicherheit in der relativen Absolutnormierung ausgezeichnet überein. Eindrucksvoll ist die hervorragende Übereinstimmung

in den Produktionsspektren der  $\alpha$ -Teilchen bis zu niedrigsten Energien, obwohl die Korrektur hier am größten ist. Dies ist auf das glatte Verhalten des Heliumspektrums zurückzuführen. Das Abknicken des  $^3\text{He}$ -Spektrums bei kleinen Energien kann mit Einflüssen der Meßschwelle erklärt werden.

Die weitere Diskussion der Ergebnisse erfolgt nur noch anhand der 0.1 mm-Spektren (Abb. 38-44). Größere Fehler sind hier am unteren Ende des Entfaltungsbereichs möglich. Dies hat zwei Gründe:

1. In diesem Bereich sind die Energie-Reichweitenbeziehungen ungenau.
2. Wie schon beschrieben, werden glatte Kurven an die Datenpunkte angepaßt, bevor man diese entfalten kann (siehe IV.8). Liegt nun zwischen dem ersten und dem zweiten Datenpunkt ein Wendepunkt dieser Kurve nach unten, so wird das errechnete Produktionsspektrum bei endlichen Energien zu Null gehen und eine Schwelle vortäuschen, die man leicht als Coulomb-Abstoßung identifizieren könnte. Liegt dagegen der erste Meßpunkt höher als der zweite, so steigt das errechnete Produktionsspektrum für kleine Energien stetig an. Aufgrund eines einzigen Datenpunktes, dessen geringe Schwankungen das Rechenresultat so erheblich ändern und der noch dazu in einem Bereich hoher Untergrundrate liegt, kann man keine so weitreichenden Schlüsse ziehen; die vorliegenden Spektren machen über Coulomb-Schwellen deshalb keine Aussagen.

Der Verlauf der Spektren läßt auf die Entstehungsprozesse der Teilchen schließen. Dabei lassen sich die Spektren in ähnlicher Weise interpretieren wie es in Abschnitt V.3 für die Koinzidenzspektren geschehen ist. Die Wasserstoffisotope (Abb. 38-40) zeigen zunächst einen exponentiellen Abfall der Spektren, wie er bei Verdampfungsprozessen auftritt. Bei Energien von 10-20 MeV werden die Kurven flacher, denn der Anteil von Teilchen aus Präequilibriumsreaktionen gewinnt an Einfluß. Im anschließenden Bereich ab 50-60 MeV findet man Teilchen aus direkten Reaktionen. Dies sollten vor allem Protonen sein, während Tritonen hier kaum noch auftreten können.

Hochenergetische Protonengruppen aus der Reaktion  $^{12}\text{C}(\pi^-, p)^{11}\text{Be}^*$  können mit NaJ-Detektoren nicht aufgelöst werden, dazu dient der Ge-Zähler S10' (siehe Abschnitt V.7).

Deutlich verschieden davon sind die Spektren der Helium- und Lithiumkerne. Oberhalb der Meßschwellen fallen alle diese Spektren nahezu exponentiell ab. Direkte Reaktionen spielen hier also nur eine untergeordnete Rolle. Auffallend ist die hohe Ausbeute niederenergetischer  $\alpha$ -Teilchen, die die Protonenausbeute um ein Vielfaches übertrifft.

In Abbildung 46 sind die entfalteteten Spektren der 0.1 mm Messungen der Übersichtlichkeit halber zusammen dargestellt. Die wichtigsten Daten aus diesen Spektren sind in Tabelle 6 getrennt nach Zelluloseazetat und Hostaphan aufgelistet. Dort werden angegeben:

1. Ausbeuten der verschiedenen geladenen Sekundärteilchen, integriert über den angegebenen Energiebereich. Die angegebenen Fehler setzen sich aus statistischen Schwankungen, Normierungsfehler (7,5 bzw. 10,5%) und der Unsicherheit in der Teilchenidentifizierung (10% bei Li, sonst 1%) zusammen.
2. Die mittleren Energien, die die Sekundärteilchen wegtragen

$$\bar{E} = \frac{E_{\max} \int_{E_{\min}} E' P(E') dE'}{\int_{E_{\min}} P(E') dE'}$$

Hier gehen nur die Fehler der Energieeichung, der Teilchentrennung und statistische Fehler ein, während der Fehler der Absolutnormierung nicht beiträgt.

3. Die mittleren Energien, die von den jeweiligen Teilchen je gestopptes Pion weggetragen werden

$$\bar{E}_P = \int_{E_{\min}}^{E_{\max}} E' P(E') dE'.$$

Hier treten die eben erwähnten Fehler und der Normierungsfehler auf.

Zum Vergleich werden die entsprechenden Daten der Messung von Mechttersheimer et al.<sup>6,7,8</sup> an einer 125 µm Polyäthylenfolie, bei der man das reine Sekundärteilchenspektrum des Kohlenstoffs erhält, angegeben.

#### V.5 Vergleich der Spektren für verschiedenen Sauerstoffgehalt des Targets

Wie in Abschnitt IV.9 gezeigt wird, ist das Verhältnis der Pioneinfangraten in  $^{12}\text{C}$  zu  $^{16}\text{O}$  beim Zelluloseazetat 1.1:1 und beim Hostaphantarget 1.7:1. Die sich für diese beiden Targets ergebenden Sekundärteilchenspektren sollen untereinander und mit den Daten an reinem Kohlenstoff von Mechttersheimer et al.<sup>6,7,8</sup> verglichen werden.

Wie die Abbildungen 46-54 zeigen, bestehen in der Form der Spektren keine signifikanten Unterschiede bei verschiedenem Sauerstoffgehalt der Targets. Eine relative Änderung von Verdampfungs-, Präequilibriums- und direktem Anteil wird nicht beobachtet.

Für eine detaillierte Aufspaltung der Spektren in die Anteile des Pioneinfangs in Sauerstoff und Kohlenstoff bieten sich die folgenden Verfahren an:

1. Mit Hilfe der relativen Einfangraten und den Produktionsspektren bei reinem Kohlenstoff lassen sich sowohl beim Hostaphan- als auch beim Azetattarget die Anteile des Kohlenstoffs abtrennen und so das Spektrum für Pioneinfang im Sauerstoff berechnen. Da dazu die Messungen von Mechttersheimer et al. herangezogen werden müssen, gehen die unterschiedlichen systematischen Fehler voll in das Ergebnis ein.
2. Dies kann vermieden werden, indem man lediglich die aus direkt aufeinanderfolgenden Messungen mit identischen Auswerteverfahren gewonnenen Sekundärteilchenspektren des

Hostaphans und des Zelluloseazetats benutzt und daraus den Sauerstoff- und den Kohlenstoffanteil getrennt berechnet. Dies geschieht durch Lösen des folgenden Gleichungssystems:

$$P_{\text{Hostaphan}}(E) = a_{11} P_{12\text{C}}(E) + a_{12} P_{16\text{O}}(E) \quad (\text{V.5.a})$$

$$P_{\text{Azetat}}(E) = a_{21} P_{12\text{C}}(E) + a_{22} P_{16\text{O}}(E)$$

$P(E)$  sind dabei die Ausbeuten bei einer bestimmten Energie. Die energieunabhängigen Koeffizienten  $a_{ik}$  ergeben sich aus den relativen Einfangraten zu

$$\begin{aligned} a_{11} &= 0.63 & (\text{V.5.b}) \\ a_{12} &= 0.37 \\ a_{21} &= 0.52 \\ a_{22} &= 0.48 \end{aligned}$$

Eine numerische Analyse zeigt, daß der durch den Fehler bei der Bestimmung der relativen Einfangraten in Kohlenstoff und Sauerstoff bei diesen Targets bedingte Fehler der Koeffizienten  $a_{ik}$  von untergeordneter Bedeutung ist.

Die Gleichungen (V.5.a) gelten genauso, wie auch das erstgenannte Verfahren, für die mittleren Teilchenausbeuten je gestopptes Pion.

Beide Verfahren zur Trennung der Anteile wurden anhand der Mittelwerte getestet. Da sich die Koeffizienten  $a_{ik}$  nicht sehr stark voneinander unterscheiden, können auch keine großen Unterschiede für Hostaphan und Zelluloseazetat entstehen, wenn man davon ausgeht, daß das Sekundärteilchenspektrum nach Pion-einfang in Sauerstoff ähnlich dem beim Einfang in Kohlenstoff ist. Die angegebenen Fehler bei den mittleren Ausbeuten (siehe Tab.6) sind aber größer als die abgeschätzten Unterschiede bei Hostaphan und Zelluloseazetat. Teilweise lassen sie sich jedoch durch Beschränkung auf ein engeres Energieintervall, das den etwas unsicheren Bereich an der Meßschwelle und das mit größeren statistischen Schwankungen behaftete hochenergetische Ende nicht beinhaltet, eingrenzen.

Wegen der erwähnten relativ großen Fehler der mittleren Ausbeuten und der einzelnen Spektrumspunkte wird in der vorliegenden



Arbeit die Trennung des C- und O-Anteils der gemessenen Spektren nicht durchgeführt. Im folgenden werden die Unterschiede in den Sekundärteilchenspektren für Azetat und Hostaphan nur qualitativ diskutiert. Diese qualitative Diskussion der Ergebnisse erfolgt wieder anhand der Daten, die mit den 0.1 mm dicken Targets gewonnen wurden und die in Tabelle 6 aufgelistet sind.

1. Die Ausbeuten der verschiedenen geladenen Sekundärteilchen je gestopptes Pion sind beim sauerstoffärmeren Target (Hostaphan) höher als beim sauerstoffreicheren (Azetat). Damit ist auch die mittlere Energie, die beim Einfang eines negativen Pions in Sauerstoff in Form von geladenen Teilchen auftritt, geringer als die bei Kohlenstoff. Ein Vergleich mit den davon unabhängigen Daten von Mechttersheimer et al. bestätigt dieses Ergebnis. Bei Protonen und Deuteronen nimmt die Energie, die diese je gestopptes Pion im Mittel wegtragen, mit zunehmendem Sauerstoffgehalt des Targets ab. Für  $^3\text{He}$  wird dasselbe Verhalten beobachtet, wenn auch hier der Vergleich mit den Daten von Mechttersheimer wegen des früheren Abbrechens seines  $^3\text{He}$ -Spektrums (Abb.50) erschwert ist. Sehr deutlich wird der Unterschied in den Ausbeuten wieder bei den Li-Isotopen. Die Zahlenwerte und Spektren (Abb.52-54) lassen erwarten, daß bei Pionabsorption in Sauerstoff fast keine Lithiumkerne emittiert werden. Messungen von Klein et al.<sup>30</sup> von Neutronenspektren an denselben Targetkernen zeigen ein Anwachsen des Anteils der gesamten freiwerdenden kinetischen Energie, den die Neutronen übernehmen, von Kohlenstoff zum Sauerstoff. Den Haupteffekt machen dabei die Verdampfungsneutronen aus. Dies ist im Einklang mit den vorliegenden Messungen, die zeigen, daß der Anteil der Energie, den die geladenen Sekundärteilchen wegtragen, von Kohlenstoff zum Sauerstoff geringer wird.
2. Ein Vergleich zwischen den im Mittel durch Protonen und durch  $\alpha$ -Teilchen weggetragenen Energien (s. letzte Spalte in Tab.6) zeigt, daß für Kohlenstoff der Energieanteil der  $\alpha$ -Teilchen größer ist. Dies kann mit dem  $\alpha$ -Cluster-Modell dieser Kerne verstanden werden. Der  $^{12}\text{C}$ -Kern sollte eine

stärkere innere Ordnung in  $\alpha$ -teilchenähnliche Strukturen haben als der schwerere Sauerstoffkern  $^{16}\text{O}$ . Diese Vorformierung erzeugt bei  $^{12}\text{C}$  eine höhere Ausbeute besonders bei hochenergetischen  $\alpha$ -Teilchen, wenn davon ausgeht, daß diese durch 'Knock-out'-Prozesse freiwerden. Absolut gemessen sinkt die  $\alpha$ -Teilchenausbeute von Hostaphan zum Zelluloseazetat um über 20%. Dabei liegt der Wert von Mechttersheimer et al. an Kohlenstoff zwischen diesen beiden Werten. Dies ist sicher durch die völlig andere Gestalt der Spektren an der Meßschwelle bedingt. Die Daten von Mechttersheimer zeigen ein Schwellverhalten bei 2 MeV, während die vorliegenden Daten bis zu 1.5 MeV stetig ansteigen.

Eine korrelierte Variation der Daten im Rahmen der Fehlergrenzen, die zur Erzielung konsistenter absoluter Ergebnisse erforderlich ist, ist zur Zeit im Gange.

## V.6 Dicktargetausbeuten

Von besonderer Bedeutung für die Strahlentherapie mit negativen Pionen sind die Dicktargetausbeuten. Der Fluß geladener Sekundärteilchen in einer ausgedehnten und homogenen Pionstoppregion, gesehen in einer bestimmten Richtung, entspricht dem Sekundärteilchenfluß aus einem sehr dicken Target (Dicktargetspektrum). In einem Tumor mit einer typischen Größe von  $1000 \text{ cm}^3$  bestimmen also - bis auf Beiträge des Primärstrahls und der Sekundärneutronen - die Dicktargetausbeuten den biologischen Effekt der Bestrahlung.

Dicktargetspektren  $D(E)$  und Produktionsspektren einer bestimmten Teilchenart  $k$  sind durch diese Gleichung IV. 8.a entsprechende Beziehung miteinander verknüpft:

$$D^{(k)}(E) = A \frac{dR^{(k)}}{dE}(E) \int_0^{E_{\max}^{(k)}} P^{(k)}(E') dE'$$

Eine Absolutnormierung auf die Anzahl gestoppter Pionen in einem ausgedehnten Target, dessen Dicke größer als die Reichweite der Sekundärteilchen sein soll, ist sinnlos. Deshalb erfolgt nur eine Relativnormierung derart, daß die Summe der integrierten Dicktargetausbeuten aller Teilchen Eins ergibt:

$$\sum_k \int_0^{E_{\max}^{(k)}} D^{(k)}(E') dE' = 1$$

Daraus ergibt sich für alle Teilchenarten natürlich feste Normierungsfaktor  $A$ .

Die Berechnung der Dicktargetspektren erfolgt mit Hilfe der aus den 0.1 mm Daten gewonnenen Produktionsspektren. Wegen der geringen statistischen Schwankungen wird dieselbe Rechnung auch mit den 1.4 mm Daten durchgeführt. Oberhalb von 40 - 50 MeV werden die Dicktargetspektren der Wasserstoffisotope aus dieser Rechnung gewonnen. Die Spektren werden individuell im Anschlußpunkt an die aus den 0.1 mm Daten berechneten Dicktargetspektren angepaßt.

Die Abbildungen 55 und 56 zeigen die berechneten relativen Dicktargetausbeuten bei Zelluloseazetat und Hostaphan. Eine Liste findet sich in Anhang C.

Wie zu erwarten ist, stimmt die Form der Dicktargetspektren der schweren Teilchen praktisch mit den Meßspektren bei 1.4 mm dicken Targets überein. Für diese Teilchen ist die effektive Massenbelegung der Targets bereits größer als die Reichweite dieser Teilchen. Typisch für die Dicktargetspektren sind Maxima, die mit leichter werdenden Teilchen breiter und zu höheren Energien verschoben werden. Bei der Dicktargetausbeute von Lithiumisotopen muß dieses Maximum unterhalb der Meßschwelle von 5.5 MeV liegen. Bei den Heliumisotopen liegt das Maximum dicht an der Schwelle.

In Tabelle 7 sind die integrierten relativen Dicktargetausbeuten

$$\bar{D}(k) = \int_0^{E(k)} D(k)(E') dE'$$

und die mittleren Energien

$$\bar{E}(k) = \frac{1}{\bar{D}(k)} \int_0^{E(k)} E' \cdot D(k)(E') dE'$$

der verschiedenen geladenen Sekundärteilchen angegeben. Die hohe Anzahl an relativ hochenergetischen und daher gering ionisierenden Wasserstoffkernen begrenzt die relative biologische Wirksamkeit der Pionen bei der Therapie von Tumoren. Die Beiträge derjenigen Teilchen mit hoher Energieabgabe, die für einen großen biologischen Effekt sorgen, sind gering. Nur etwa 2% der geladenen Sekundärteilchen sind  $^4\text{He}$ -Kerne. Die Beiträge von Lithiumisotopen und  $^3\text{He}$  sind praktisch vernachlässigbar. Hier wird der auffällige Unterschied in der Gestalt der Produktionsspektren und der Dicktargetspektren deutlich.

Auch an den integrierten Dicktargetausbeuten läßt sich die geringe Ausbeute an Alphateilchen bei sauerstoffhaltigeren Targets erkennen. Bei Zelluloseazetat beträgt das Verhältnis der

Dicktargetausbeuten von Helium-4 und Protonen 1.9%, bei Hostaphan 2.2% und bei reinem Kohlenstoff nach der Messung von Mechttersheimer et al.<sup>7</sup> 2.4%. Die unterschiedliche Gestalt der entfalteten Spektren, besonders bei kleinen Energie, fällt bei Dicktargetspektren nicht ins Gewicht, weshalb sich hier konsistentere Werte als bei den Produktionsspektren ergeben. Mit Hilfe der relativen Einfangraten (siehe IV.9) läßt sich dieser Wert für reinen Sauerstoff zu 1.6% abschätzen. Verglichen mit reinem Kohlenstoff ist der Fluß an Alphateilchen bei Sauerstoff um 30% geringer. Da biologisches Material zu erheblichen Teilen aus Sauerstoff besteht, bedeutet diese Verringerung des Alphaflusses eine weitere Verringerung der biologischen Wirksamkeit negativer Pionen. Die relative Verringerung der Tritonenausbeute mit wachsendem Sauerstoffgehalt ist wegen deren mit Protonen vergleichbaren Energieabgabe für die Strahlentherapie unerheblich, ebenso wie der weiter sinkende Einfluß von Lithiumkernen.

Dennoch bleibt die potentielle Überlegenheit der Pionen bei der Strahlentherapie weitgehend erhalten, denn auch bei anderen geladenen Teilchen, mit denen eine Behandlung durchgeführt werden kann, nimmt die Wirkung bei ausgedehnten Strahlungsfeldern stark ab. Diese potentielle Überlegenheit gründet vor allem darauf, daß das relativ geringe Auftreten von Alphateilchen in Dicktargetspektren durch deren hohe biologische Wirksamkeit weitgehend kompensiert wird.

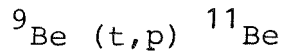
V.7 Mögliche Zweiteilchenendzustände

Absorption eines negativen Pions in einem Targetkern, bei der nur ein einziges Nukleon emittiert wird, ist theoretisch von sehr großem Interesse. Ein möglicher Reaktionsablauf, bei dem ein Proton emittiert wird, beruht auf der Absorption des Pions an einem Protonenpaar, bei dem das ebenfalls entstehende Neutron im Kern steckenbleibt. Die geringe Wahrscheinlichkeit dafür macht die Gesamtrate der Reaktion so gering (Hüfner<sup>12</sup>). Weitere Modelle bringen die Einprotonenemission mit möglichem  $\Delta^{++}$ -Transfer und Pionenkondensaten in Verbindung<sup>35</sup>. Aus Aktivitätsmessungen fanden Coupat et al.<sup>31</sup> eine Rate von

$$R(^{12}\text{C}(\pi^-, p) ^{11}\text{Be}) = 4.5 \cdot 10^{-4} / \pi^-$$

In einer direkten Messung des Protons wurde diese Reaktion bisher nicht nachgewiesen.

Ajzenberg-Selove et al.<sup>32</sup> untersuchten die Anregungszustände des <sup>11</sup>Be mit Hilfe der Reaktion



durch Beschuß mit 20 MeV Tritonen. Das Anregungsspektrum wird beherrscht von einem breiten Peak bei einer Energie von 8.84 MeV ( $\Gamma = 200 \pm 50$  keV). Ein deutlich schmäleres Maximum befindet sich bei 6.72 MeV ( $\Gamma = 40 \pm 20$  keV). Die Anregungswahrscheinlichkeit dieses Zustandes ist deutlich geringer. Dazu werden noch eine Reihe weiterer, jedoch mit nur geringer Wahrscheinlichkeit angeregte Zustände beschrieben. Spin- und Paritätszuordnung der Zustände sind nicht bekannt. Man kann annehmen, dieselben Zustände des <sup>11</sup>Be auch durch Pionabsorption anzuregen.

Bei Reaktionen des Typs  $^{12}\text{C}(\pi^-, p) ^{11}\text{Be}^*$  sollten also monoenergetische Protonen der Energien

$$E_{\text{kin } p}^{(i)} = m_{\pi} + m_{^{12}\text{C}} - m_p - m_{^{11}\text{Be}} - E_{\text{Anregung}}^{(i)} - E_{\text{Rückstoß}}^{(i)}$$

entstehen. Für die Anregungsenergie bei 8.84 MeV wären dies  $E_p^1 = 93.8$  MeV, daneben sollte eventuell noch ein weiterer Peak bei 95.7 MeV Protonenenergie liegen.

Die Messung wurde wie in Abschnitt IV.5 beschrieben mit dem 1.4 mm Hostaphantarget und einer hochauflösenden Ge-Diode durchgeführt. Der davorliegende  $\Delta E$ -Zähler erlaubt eine gute Teilchentrennung. Die Ereignisse werden in Kanäle von ca. 380 keV Breite einsortiert. Eine Absoluteichung mit der nötigen Genauigkeit ist mangels geeigneter Eichpunkte problematisch.

Abbildung 57 zeigt das so erhaltene Energiespektrum. Durch die Datenpunkte wurde zur Führung des Auges eine glatte Kurve gelegt. Man kann hier bestenfalls drei Maxima erkennen:

- (i) Bei Kanal 520,
- (ii) bei Kanal 510,
- (iii) bei Kanal 498.

Wegen des Energieverlustes der Protonen im Target muß die Breite eines gemessenen Peaks bei 1 MeV liegen; Peak (i) wird wegen der zu geringen Breite auf statische Schwankungen zurückzuführen sein. Die Energiedifferenz zwischen den Peaks (i) und (ii) beträgt etwa 2.3 MeV. Die grobe Eichung ergibt für eine Energie von knapp 100 MeV. Es liegt deshalb nahe, diese Maxima der Emission eines Protons mit einem  $^{11}\text{Be}^*$ -Restkern mit einer Anregungsenergie von 8.84 und 6.72 MeV zuzuordnen.

Die Maximalenergie von Protonen aus dem Pioneinfang an Sauerstoff liegt etwa 7.6 MeV höher als beim Einfang an Kohlenstoff. Die starken Schwankungen zwischen den Kanälen 540 und 560 könnten auf diese Reaktion mit entsprechender Restkernanregung hinweisen, jedoch ist hier die Anzahl der gemessenen Ereignisse zu klein, um irgendwelche Aussagen zu machen.

Integriert man über die beiden Maxima bei den Kanälen 498 und 510 und subtrahiert man den Untergrund, so erhält man etwa 40 Ereignisse auf  $1.9 \cdot 10^9$  gestoppte Pionen (davon ca. 65% in  $^{12}\text{C}$  absorbiert) bei einem Raumwinkel von  $7.4 \cdot 10^{-5}$ . Dies ent-

spricht einer Rate von

$$R ({}^{12}_6\text{C} (\pi^-, p) {}^{11}_4\text{Be}^*) = (4.4 \pm 1.0) \cdot 10^{-4} / \pi^-$$

Dies ist <sup>31</sup>in überraschender Übereinstimmung mit den Aktivitätsmessungen. Daher erscheint es sinnvoll, diese Messung mit verbesserter Geometrie und einem etwas dünneren Polyäthylen-target, in dem die Peaks weniger verbreitert werden (effektive Massenbelegung etwa  $0.05 \text{ g cm}^{-2}$ ) zu wiederholen. Ein dickerer Energieverlustzähler für zuverlässige Teilchentrennung wäre erforderlich. Zukünftige Messungen mit positiven und negativen Pionen würden weitere interessante Einblicke in den Mechanismus der Pionabsorption geben.



Literaturverzeichnis

1. P.H. Fowler; Nature (1961) 524
2. M.R. Raju und C. Richman ; Current Topics in Radiation Research Quarterly, 8 (1972) 159
3. G. Büche; Kernforschungszentrum Karlsruhe, Externer Bericht 3/72-6 (1972)
4. G. Büche, H. Appel, A. Citron, W. Kluge und H. Matthäy; Kernforschungszentrum Karlsruhe, Externer Bericht 3/76-3 (1976)
5. M.P. Guthie, R.G. Alsmüller, jr. und H.W. Bertini, Nucl. Instr. and Meth. 66 (1968) 29
6. G. Mechttersheimer, G. Büche, U. Klein, W. Kluge, H. Matthäy, D. Münchmeyer und A. Moline; Phys. Lett. 73B (1978) 115
7. G. Mechttersheimer; Kernforschungszentrum Karlsruhe, Externer Bericht 3/78-7 (1978)
8. G. Mechttersheimer; zur Veröffentlichung eingereicht bei Nucl. Phys. A
9. R. Marshak; Meson Physics, McGraw Hill Book Company (1952) 166
10. E. Fermi und E. Teller; Phys. Rev. 72 (1947) 399
11. L.I. Ponomarev; Ann. Rev. of Nucl. Sc. 23 (1973) 395
12. J. Hüfner; Phys. Rep. 21C (1975) 1-79
13. K.A. Brückner, R. Serber und K.M. Watson; Phys. Rev. 84 (1951) 258
14. D.M. Lee, R.C. Minehart, S.E. Sobottka und K.O.H. Ziock; Nucl. Phys. A182 (1972) 20

15. B. Bassallek; Dissertation Universität Karlsruhe (1977)
16. J. Hüfner; Op. Cit. 48
17. D.M. Lee, R.C. Minehart, S.E. Sobottka und K.O.H. Ziock;  
Nucl. Phys. A197 (1972) 106
18. P.I. Fedotov; Sov. J. Nucl. Phys. 2 (1966) 335
19. V.M. Kalybasov; Sov. J. Nucl. Phys. 3 (1966) 535
20. H. Appel, V. Böhmer, G. Büche, W. Kluge und H. Matthäy;  
Atomenergie 27 (1976) 177
21. H. Amols, G. Büche, W. Kluge, H. Matthäy, A. Moline,  
D. Münchmeyer, D. Schmidt, F. Stabl und H.P. Walter;  
SIN-Newsletter No.10 (1978) 45
22. H. Saechtling; Kunststoff Taschenbuch 20. Ausg., Carl Hanser  
Verlag München
23. Pirson; Firma Kalle, Wiesbaden, private Mitteilung
24. F.S. Eby und W.K. Jentschke; Phys. Rev. 96 (1954) 911
25. F. Schlepütz; Thesis, University of Virginia (1977)
26. Oak Ridge National Laboratory ORNL-4869 (1973)
27. T. von Egidy und H.P. Povel; Nucl.Phys. A232 (1974) 511
28. H.E. Johns und J.R. Connigham; The Physics of Radiology;  
C.C. Thomas and Co., Springfield USA (1974), 742-746
29. H. Koch; private Mitteilung

30. U. Klein; Kernforschungszentrum Karlsruhe, Externer Bericht 3/78-6 (1978)
31. B. Coupat, P.Y. Bertin, D.B. Isabelle, P. Vernin, A. Gerard, J. Miller, J. Morgenstern, J. Picard und B. Saghai; Phys. Lett. 55B (1975) 286
32. F. Ajzenberg-Solove, R.F. Casten, O. Hansen und T.J. Mullingan; Phys. Lett. 40B, 2 (1972) 205
33. A.F. Dunaitsev, V.I. Petruchin, D. Prokoschkin; Nuovo Chim., 34 (1964) 521
34. H. Randoll, H. Amols, G. Büche, W. Kluge, H. Matthäy, D. Münchmeyer, D. Schmidt; wird veröffentlicht
35. H.J. Pirner; Phys. Lett. 69B (1977) 170

Tabelle 1: Liste der wichtigsten Daten der verwendeten Detektoren

Position	Typ	Abmessungen [mm]	Bemerkungen
S1	Plastik NE 102A	150×150×4	umwickelt mit Al-Folie
S2	Plastik NE 102A	150×150×4	umwickelt mit Al-Folie
S3	Plastik NE 102A	∅ 50×1	unbedeckt
S4	Plastik NE 102A	∅ 50×1	unbedeckt
S5	Plastik NE 102A	∅ 150×1	unbedeckt
S6	Silizium-Ober-	∅ 50.5×0.190	Transmissions-
S7	flächensperrschicht-	∅ 50.5×0.090	ausführung
S10	zähler	∅ 50.5×0.100	"
S6'	NaJ (0,1% Tl)	∅ 50.8×50.8	unbedeckt
S7'	NaJ (0,1% Tl)	∅ 50.8×50.8	unbedeckt
S10'	Intrinsic Ge-Detekt.	30×15×34 Tiefe	55 µm Al-Fenster + 25 µm Kovar-Fenster
S11	Ge(Li)-Detektor	~200 mm <sup>2</sup> ×7	55 µm Al- und 5 µm Be-Fenster

Tabelle 2: Liste der Abstände der einzelnen Detektoren von der Mitte des Targets und die sich daraus ergebenden Raumwinkel. Gemessen wird stets zur Mitte des effektiven Zählervolumens.

---

Detektor	Abstand Target-Detektor in mm	<u>Raumwinkel</u> $4\pi$
S1	457	$8.57 \cdot 10^{-3}$
S2	439	$9.29 \cdot 10^{-3}$
S3	139	$8.09 \cdot 10^{-3}$
S4	110	$1.29 \cdot 10^{-2}$
S5	150	$6.25 \cdot 10^{-2}$
S6'	105.1	$1.44 \cdot 10^{-4}$
S7'	53.2	$5.62 \cdot 10^{-4}$
S10'	~695	$7.4 \cdot 10^{-4}$
S11	472	$7.14 \cdot 10^{-5}$

---

Tabelle 3: Zuordnung der Nummern der ADC, TDC und Koinzidenzregisterbit

ADC 1	Energie S6
ADC 2	(Energie S6)×3
ADC 3	Energie S7
ADC 4	(Energie S7)×10
ADC 5	Energie S8 + Energie S9 + Energie S10
ADC 6	(Energie S8 + Energie S9 + Energie S10)×10
ADC 7	Energie S6'
ADC 8	(Energie S6')×10
ADC 9	Energie S7'
ADC 10	(Energie S7')×10
ADC 11	Energie S8' + Energie S9' + Energie S10'
ADC 12	(Energie S8'+Energie S9'+Energie S10')×10
TDC 1	Flugzeit S6
TDC 2	Flugzeit S6'
TDC 3	Flugzeit S7
TDC 4	Flugzeit S7'
TDC 5	Flugzeit S8
TDC 6	Flugzeit S8'
TDC 7	Flugzeit S9
TDC 8	Flugzeit S9'
TDC 9	Flugzeit S10
TDC 10	Flugzeit S10'
TDC 11	$(t_{HF} - t_{Trigger})$
Koinzreg. I Bit 0	20 ns Strukturbit
Koinzreg.II Bit 0	Mastertrigger MT6
Koinzreg.II Bit 1	Mastertrigger MT7
Koinzreg.II Bit 2	Mastertrigger MT8
Koinzreg.II Bit 3	Mastertrigger MT9
Koinzreg.II Bit 4	Mastertrigger MT10

Tabelle 4: Totale  $\gamma$ -Absorptionskoeffizienten nach H.E. Johns<sup>2,8</sup>

Energie [keV]	Totaler Absorptionskoeffizient [cm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> ]					
	Kern	H	Be	C	O	Al
10		0.385	~0.6	2.28	5.93	26.8
15		0.377		0.777	1.80	8.08
20		0.369	0.21	0.429	0.842	3.48
30		0.357		0.252	0.371	1.13
40		0.354		0.205	0.253	0.558
50		0.335		.183	0.208	0.360
60		0.326		.174	0.189	0.270

Tabelle 5: Liste der vollständigen Korrekturfaktoren für die Auswertung der Intensitäten der pionischen Röntgenstrahlung

Übergang	Energie [keV]	Target			
		1.4 mm Mylar	0.1 mm Mylar	1.4 mm Azetat	0.1 mm Azetat
C 3→2	18.4	0.727	0.911	0.711	0.911
C 4→2	24.8	0.835	0.955	0.825	0.954
O 3→2	32.8	0.899	0.975	0.895	0.979
O 4→2	44.3	0.924	0.988	0.922	0.988

Tabelle 6: Tabelle der wichtigsten Daten der aus den Meß-  
ergebnissen berechneten Produktionsspektren

Target	Teilchen- art	Energiebereich [MeV]	Teilchenausbeute [ $\frac{\text{Teilchen}}{\pi^- \text{-Stop}}$ ]	Mittl. Energie [MeV]	Mittl. Energie $\pi^- \text{-Stop}$ [MeV]
1.4mm Azetat	p	5.5-97.5	0.303±0.029	26.0±1.5	7.9±1.1
	d	5.5-94.5	0.221±0.025	20.1±1.5	4.4±0.7
	t	6.5-86.5	0.127±0.013	15.6±1.2	2.0±0.3
	<sup>3</sup> He	6.5-56.5	0.032±0.005	13.8±2.2	0.45±0.11
	<sup>4</sup> He	3.5-57.5	0.407±0.048	8.7±0.7	3.5±0.6
1.4mm Mylar	p	5.5-103.5	0.285±0.027	27.8±1.8	7.9±1.1
	d	5.5-95.5	0.208±0.021	21.2±1.5	4.4±0.7
	t	6.5-87.5	0.119±0.012	17.1±1.3	2.0±0.3
	<sup>3</sup> He	6.5-49.5	0.031±0.004	13.5±2.0	0.4±0.1
	<sup>4</sup> He	3.5-57.5	0.432±0.048	8.4±0.7	3.6±0.6
0.1mm Azetat	p	1.5-99.5	0.382±0.049	20.1±1.7	7.7±1.3
	d	1.5-89.5	0.262±0.034	16.0±1.4	4.2±0.7
	t	1.5-80.5	0.202±0.028	10.8±1.0	2.2±0.4
	<sup>3</sup> He	6.9-46.5	0.023±0.004	16.5±2.8	0.37±0.09
	<sup>4</sup> He	1.5-53.5	0.540±0.136	7.2±0.5	3.9±0.6
	<sup>6</sup> Li	5.5-23.5	0.016±0.005	11.0±1.5	0.17±0.04
	<sup>7</sup> Li	5.5-31.5	0.030±0.009	10.3±1.8	0.31±0.08
0.1mm Mylar	p	1.5-98.5	0.471±0.061	19.1±1.7	9.0±1.5
	d	1.5-90.5	0.321±0.043	15.9±1.5	5.1±0.9
	t	1.5-82.5	0.298±0.041	10.5±0.9	3.1±0.5
	<sup>3</sup> He	7.5-45.5	0.033±0.006	15.9±2.7	0.53±0.13
	<sup>4</sup> He	1.5-59.5	0.713±0.133	7.7±0.6	5.5±0.9
	<sup>6</sup> Li	5.5-22.5	0.031±0.009	9.6±1.6	0.30±0.08
	<sup>7</sup> Li	1.5-23.5	0.051±0.021	9.6±1.9	0.49±0.14
0.125mm Poly- äthylen (Mechters- heimer)	p	1.8-99.5	0.452±0.043	23.0±2.2	10.4±1.8
	d	1.9-99.5	0.326±0.032	19.2±2.0	6.3±1.1
	t	2.0-79.5	0.219±0.023	13.8±1.6	3.0±0.5
	<sup>3</sup> He	8.5-29.5	0.034±0.005	15.9±4.1	0.5±0.2
	<sup>4</sup> He	2.0-53.5	0.622±0.066	8.8±1.1	5.5±1.0
	<sup>6,7</sup> Li	4.5-25.5	0.132±0.019	9.1±1.6	1.2±0.3



Tabelle 7: Berechnete Ausbeuten und mittlere Energien bei einem Target, dessen Dicke größer als die maximale Reichweite der Sekundärteilchen ist. (Dicktargetausbeuten)

Targetmaterial	Teilchenart	Integrierte relative Dicktargetausbeute in %	Mittlere Energie [MeV]
Azetat	p	72.8	31.8
	d	19.7	26.9
	t	5.9	22.3
	<sup>3</sup> He	0.20	17.4
	<sup>4</sup> He	1.4	12.2
	<sup>6</sup> Li	0.016	10.6
	<sup>7</sup> Li	0.025	11.5
Mylar	p	71.5	32.8
	d	19.9	27.2
	t	6.7	21.5
	<sup>3</sup> He	0.22	16.4
	<sup>4</sup> He	1.6	11.9
	<sup>6</sup> Li	0.019	9.9
	<sup>7</sup> Li	0.029	10.2

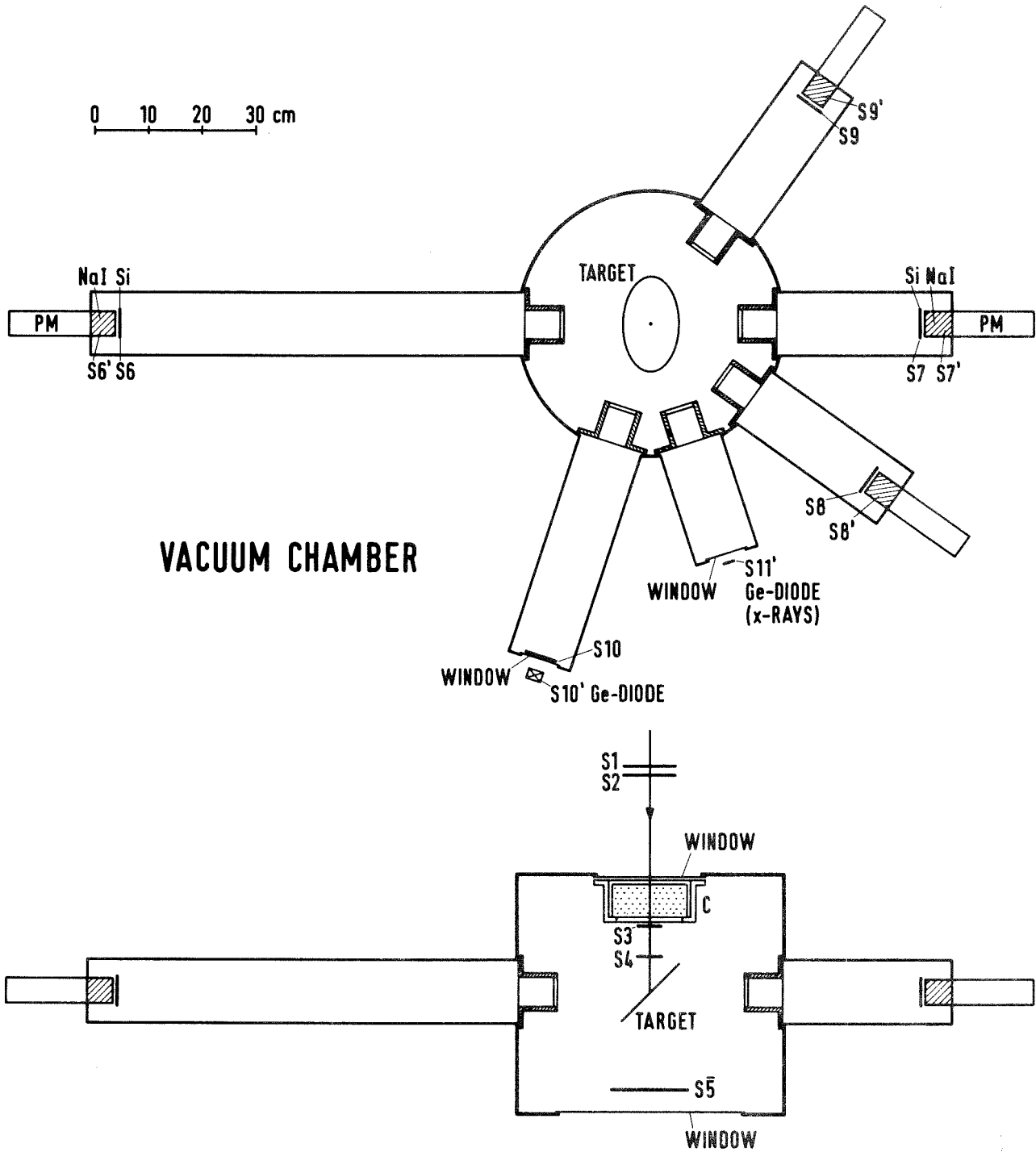


Abb.1: Versuchsaufbau

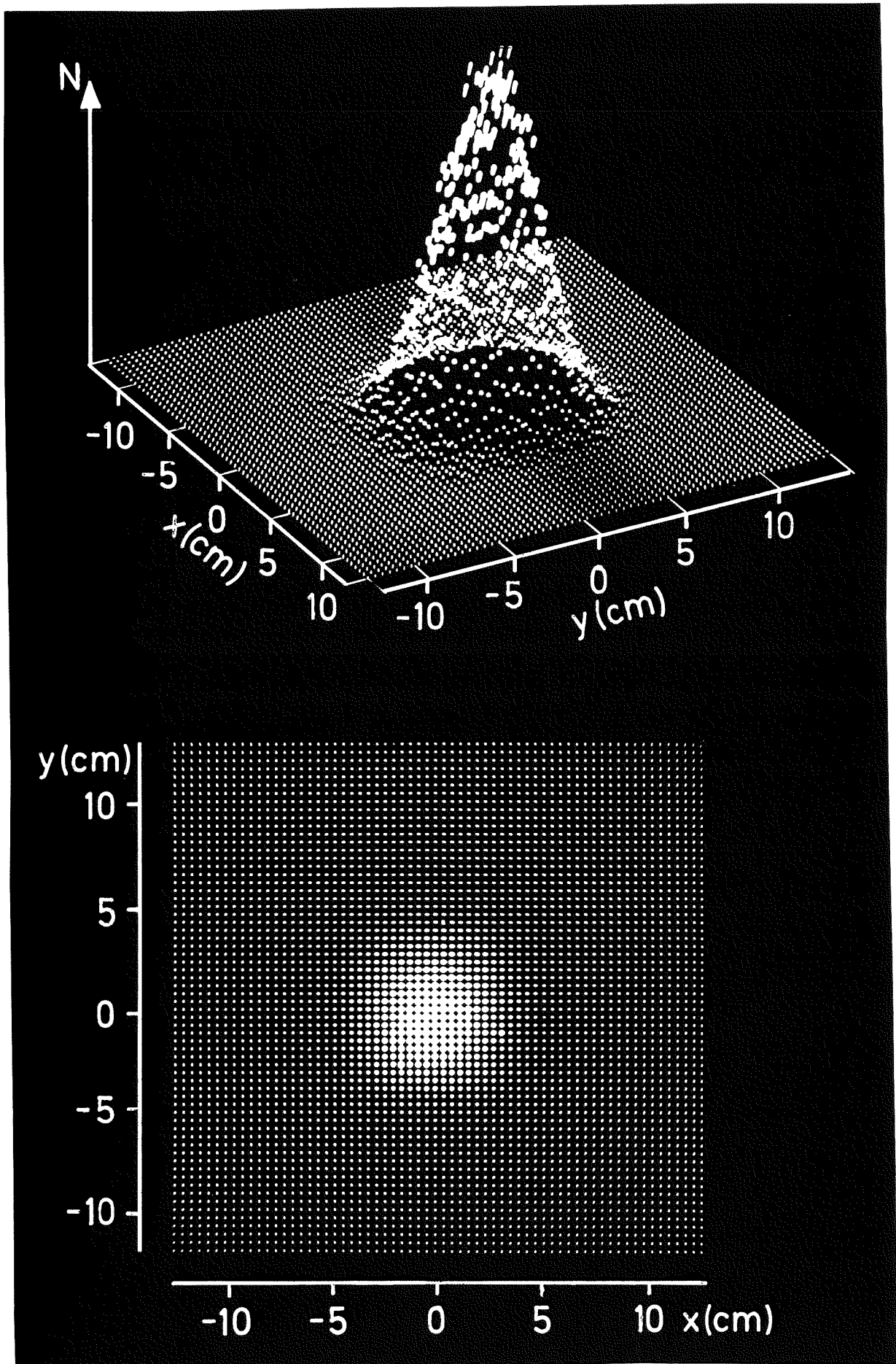


Abb. 2: Verteilung der Pionen in Höhe des Targets a) in isometrischer Darstellung und b) als Map-display

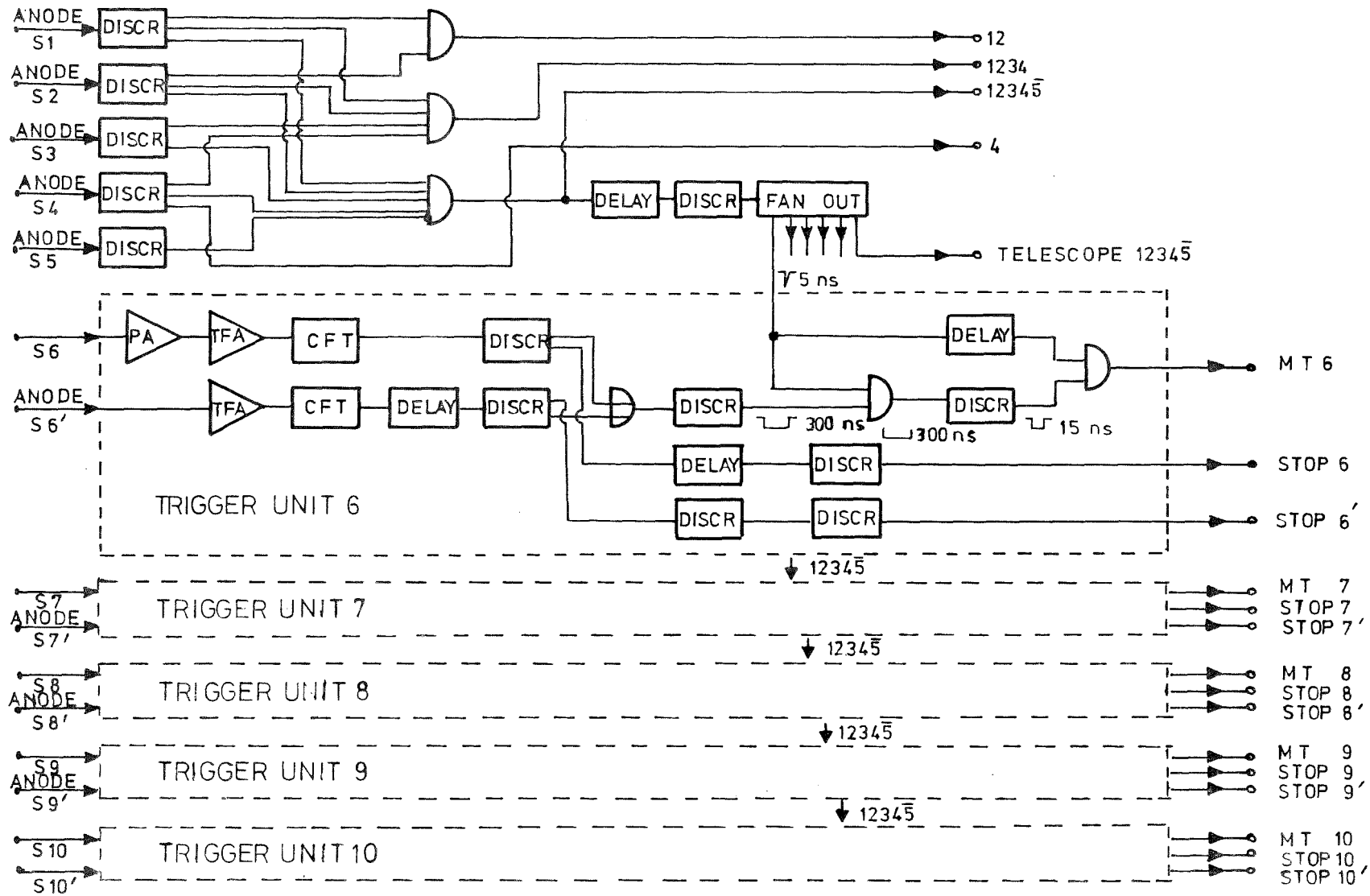


Abb.3: Teil I der schnellen Elektronik (Erzeugung der Mastertrigger)

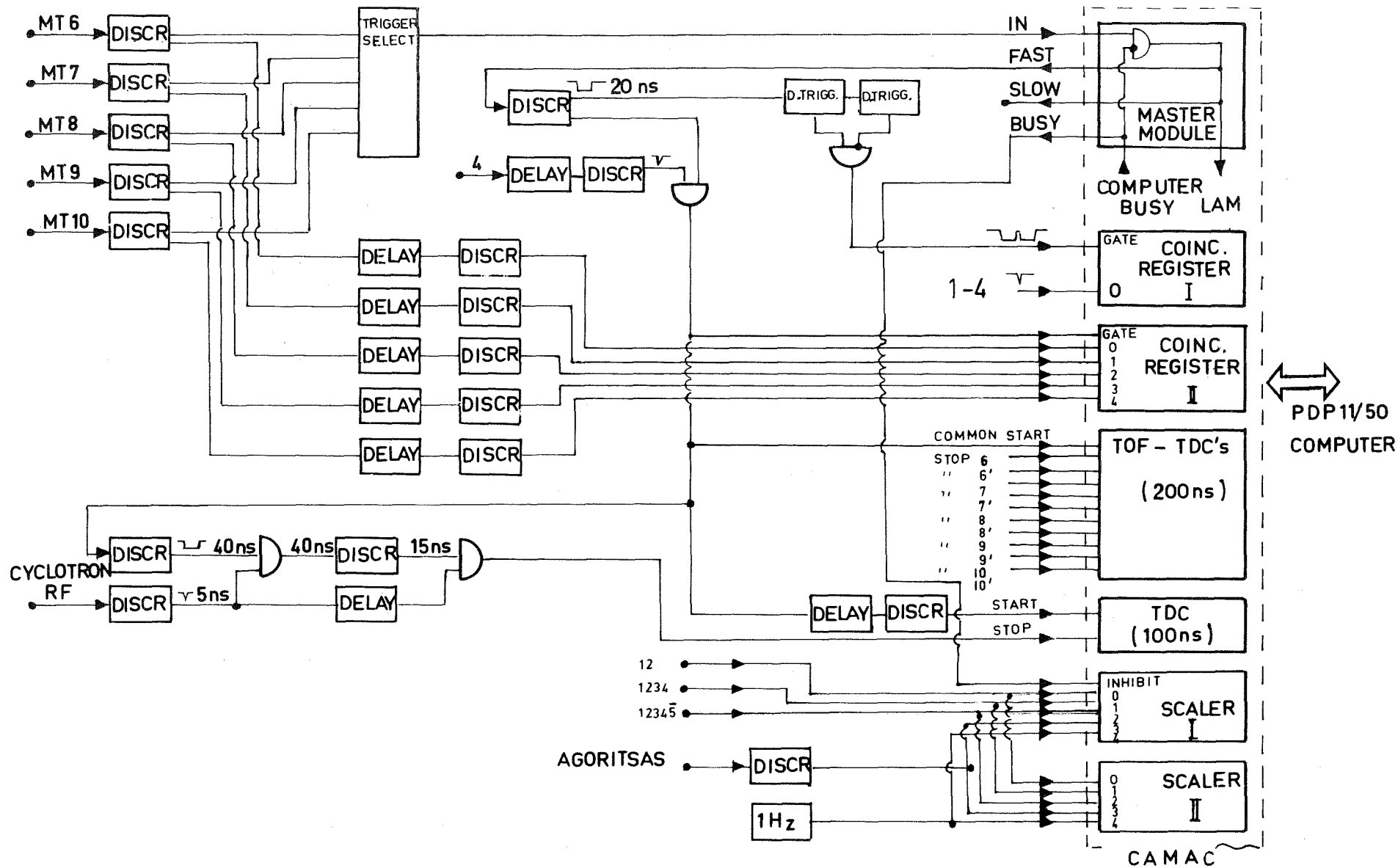


Abb.4: Teil II der schnellen Elektronik (Triggerauswahl, Flugzeitmessung, Computerinterface etc.)

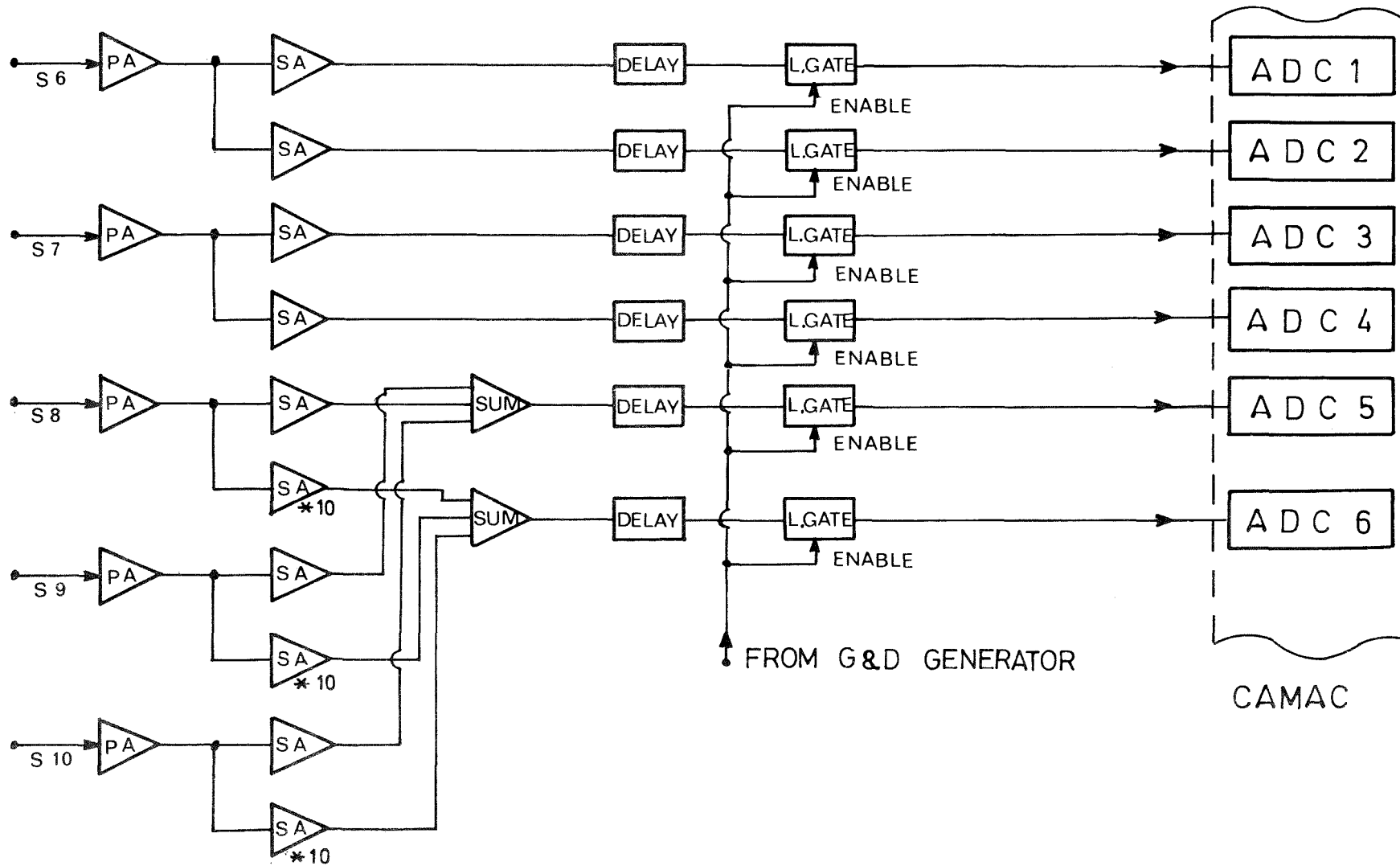


Abb.5: Teil I der Analogkreise (Energiesignale der Si-Zähler)

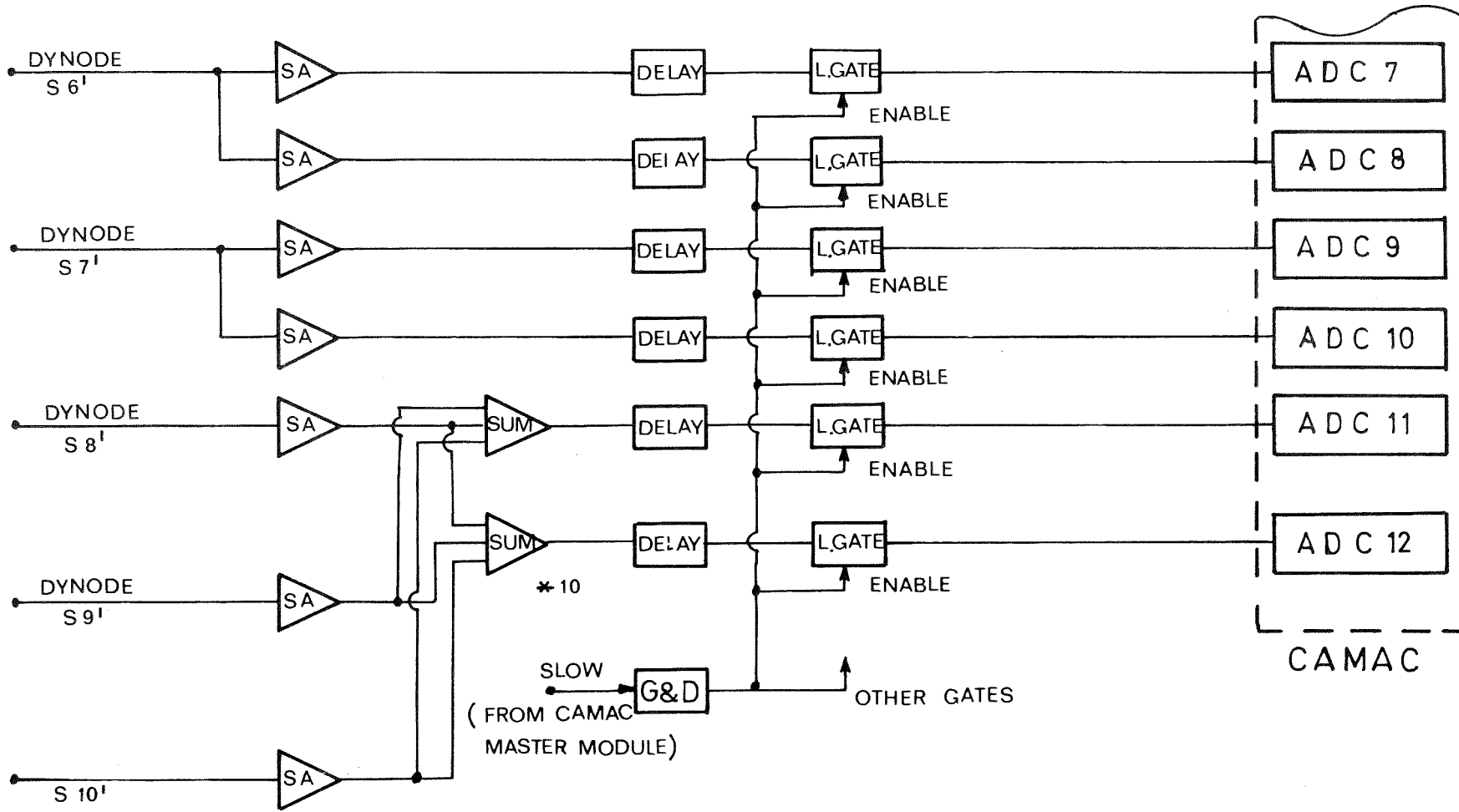


Abb.6: Teil II der Analogkreise (Energiesignale der NaI-Zähler und des Ge-Zählers S10')

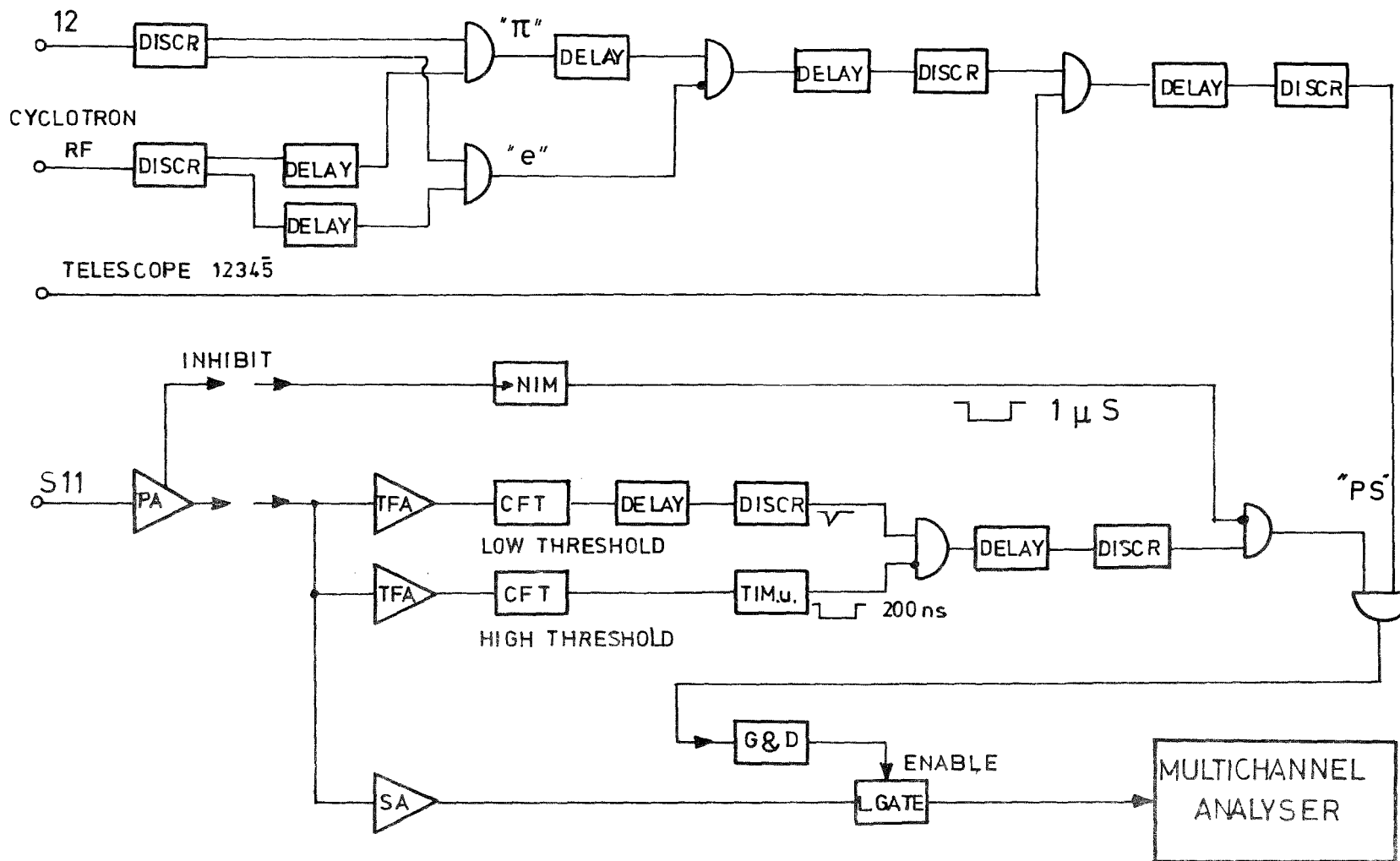


Abb.7: Elektronischer Aufbau zur Messung pionischer Röntgenstrahlung



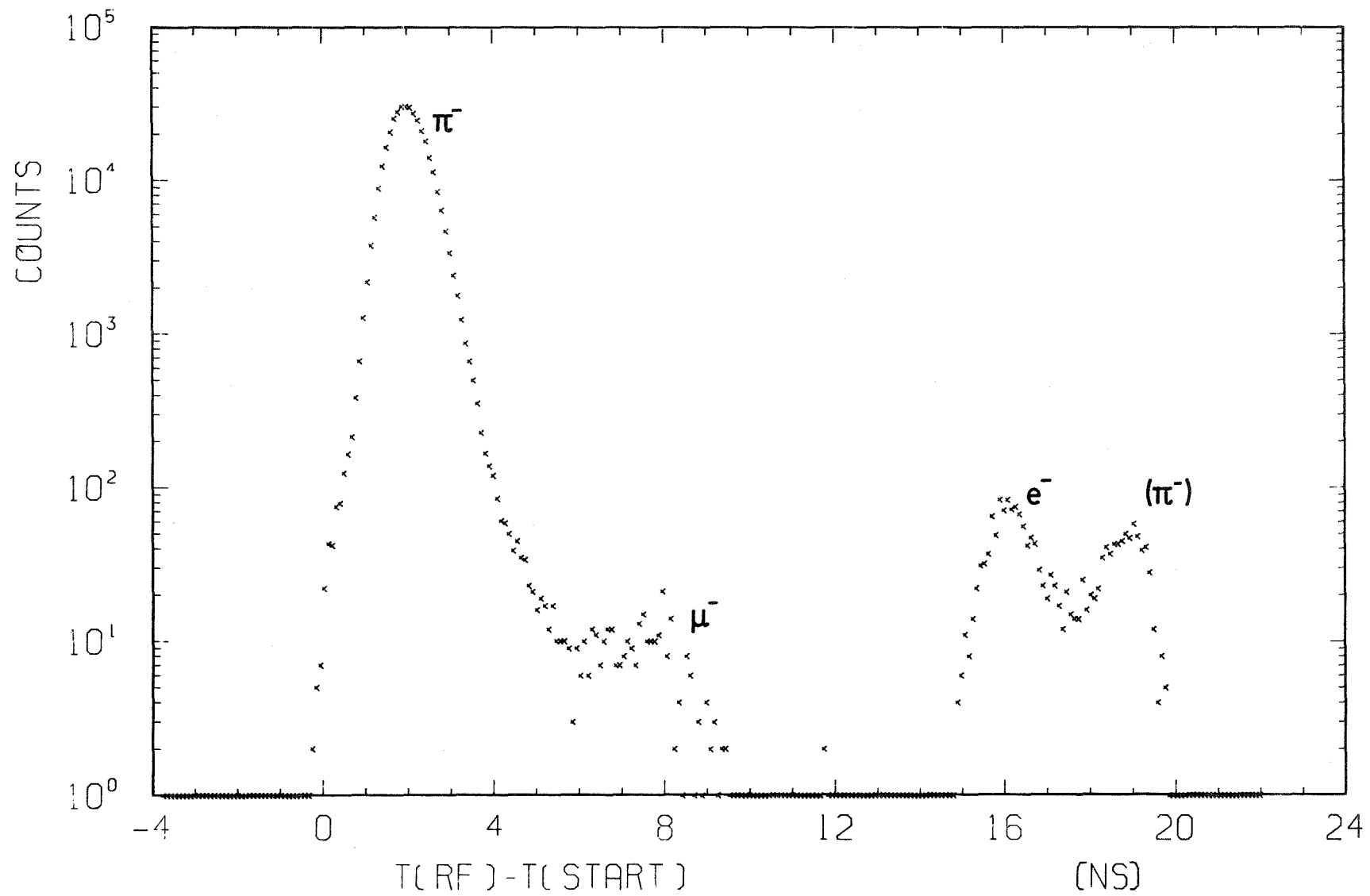


Abb.8: Zeit des ausgewählten Mastertriggers relativ zur Phase der Hochfrequenz des Zyklotrons (zur Trennung von  $\pi^-$ ,  $\mu^-$ ,  $e^-$ )

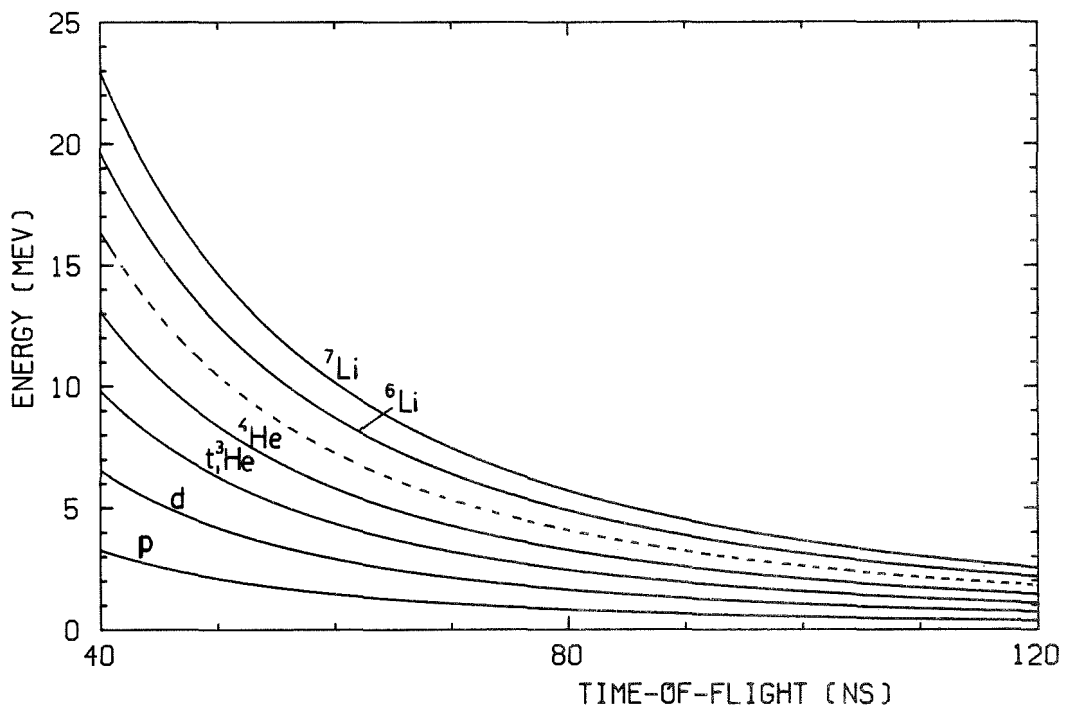
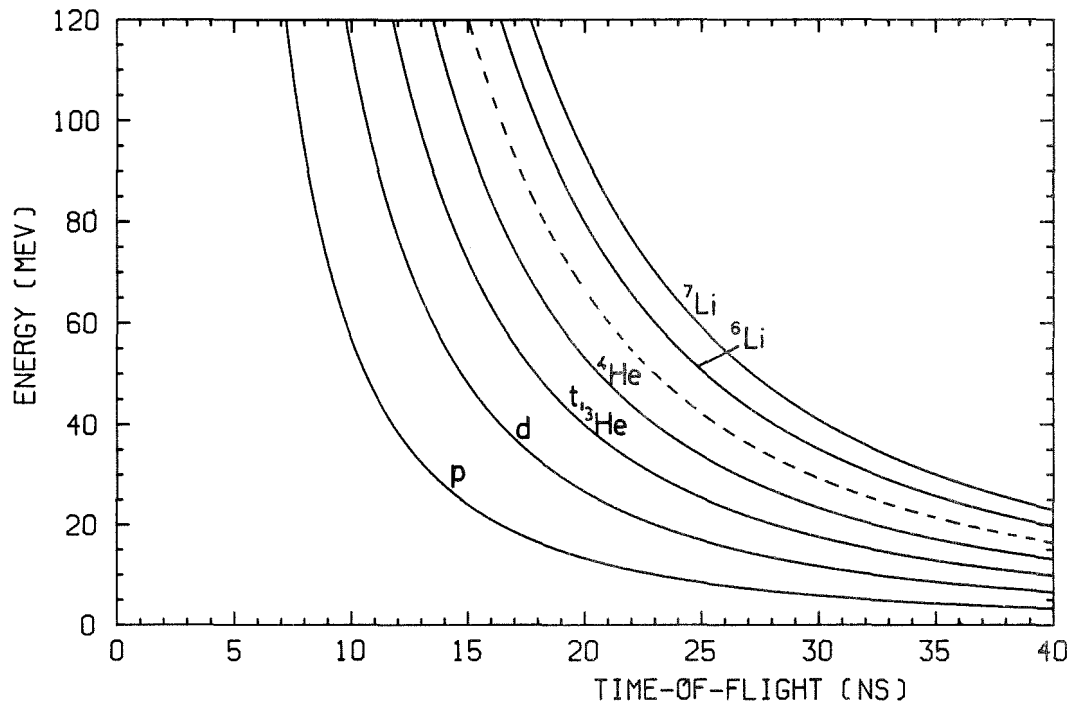


Abb.9: Energie-Flugzeit-Kurven für einen Flugweg von 1 m

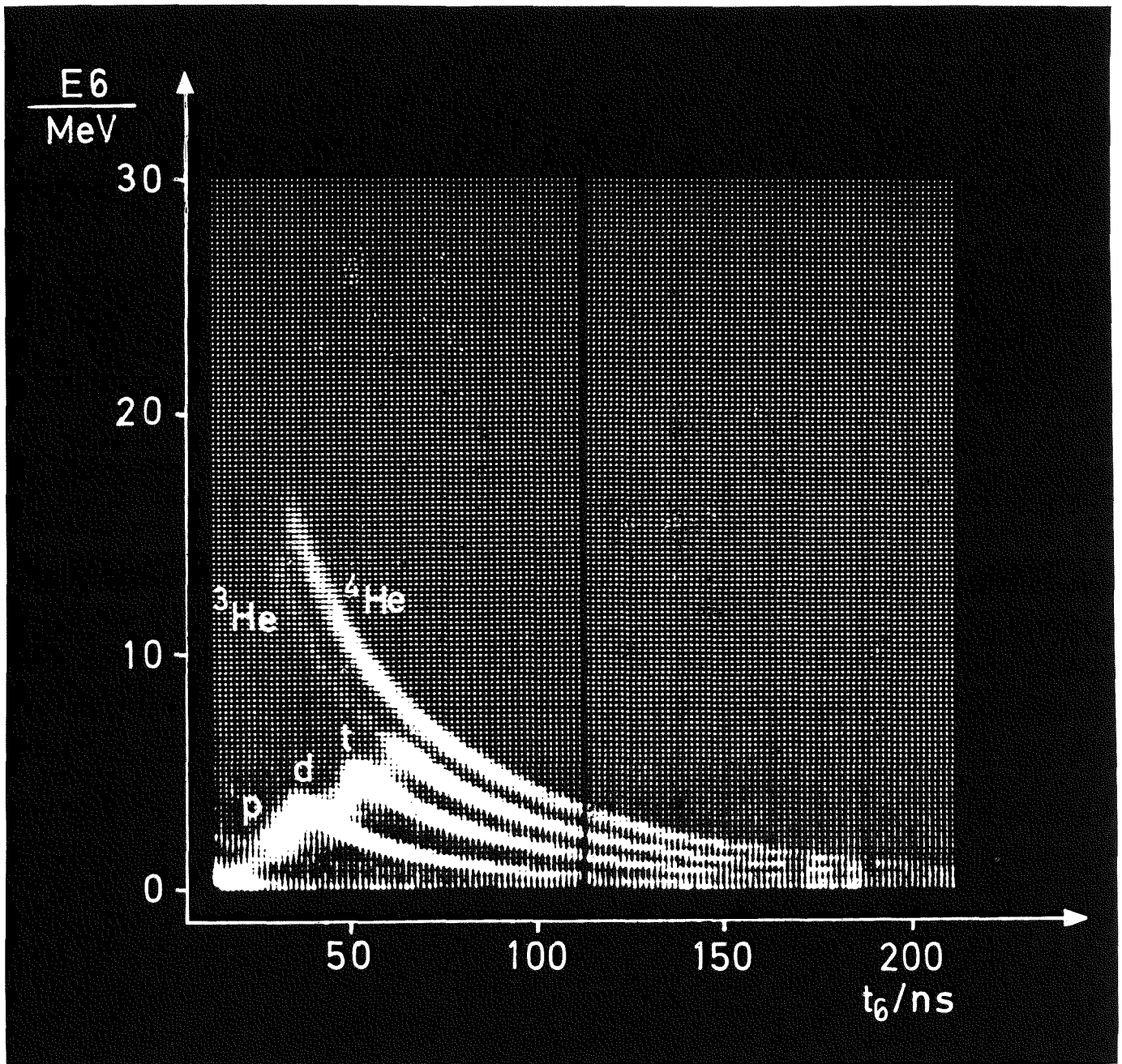


Abb. 10: Energie-Flugzeit-Spektren des Halbleiterzählers S6 (gezeigt werden nur Ereignisse von im Halbleiterzähler gestoppten Teilchen)

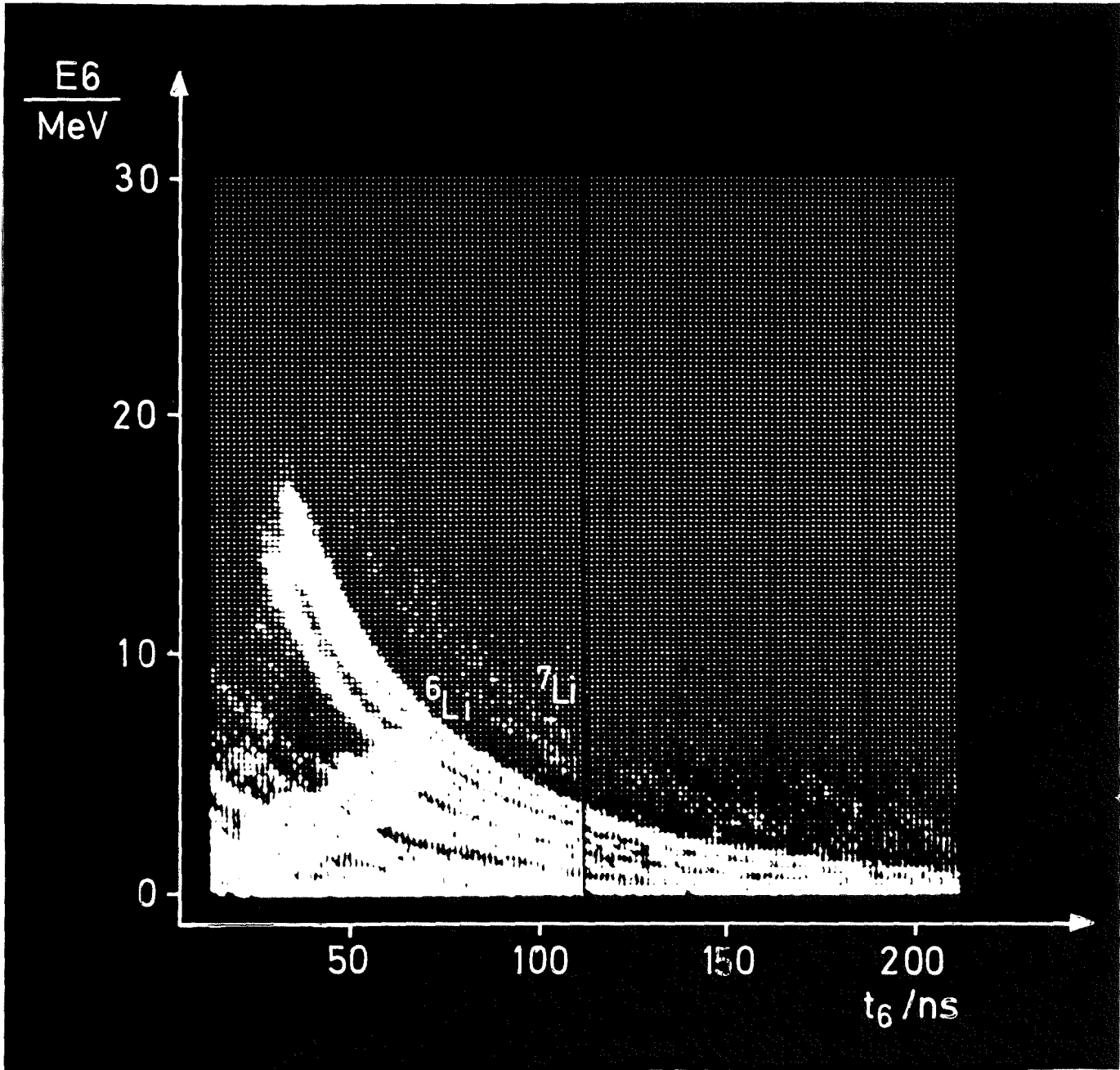


Abb. 11: Das gleiche Spektrum wie in Abbildung 10, jedoch mit größerer Empfindlichkeit fotografiert.

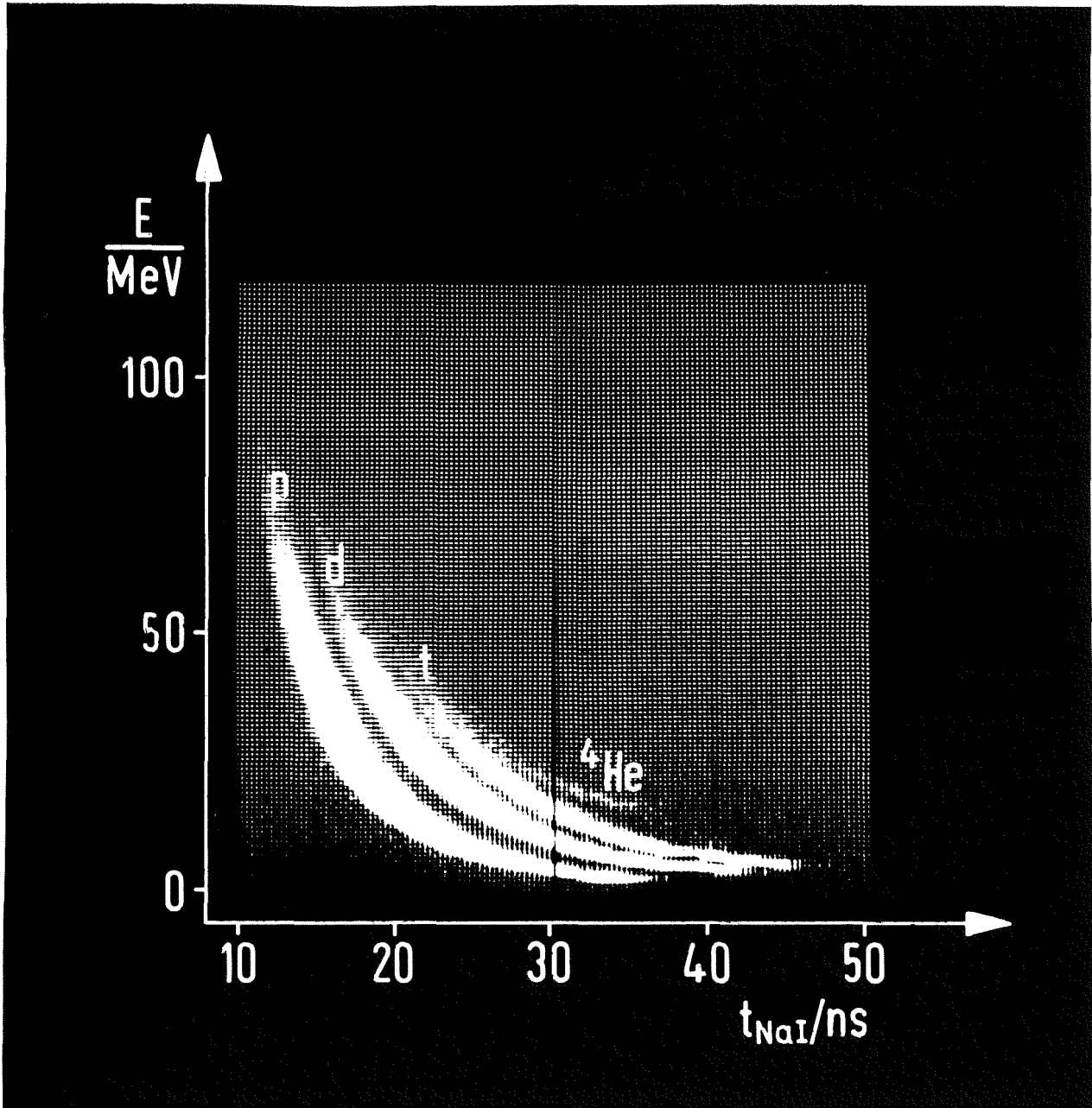


Abb. 12: Energie-Flugzeit-Spektrum des NaI-Zählers S6'

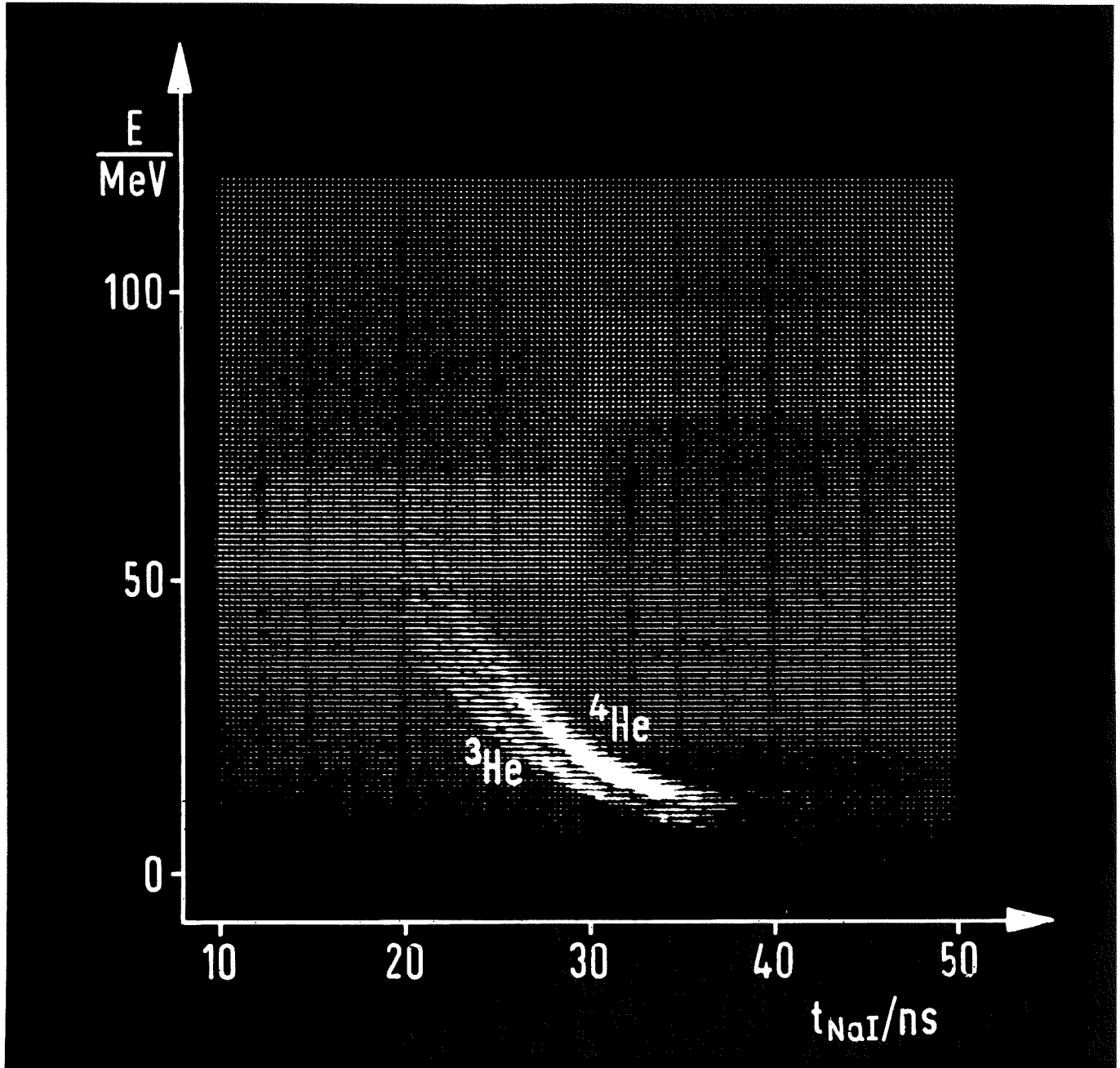


Abb. 13: Energie-Flugzeit-Spektrum des NaJ-Zählers S6'  
(ausgewählt wurden nur zweifach geladene Teilchen)

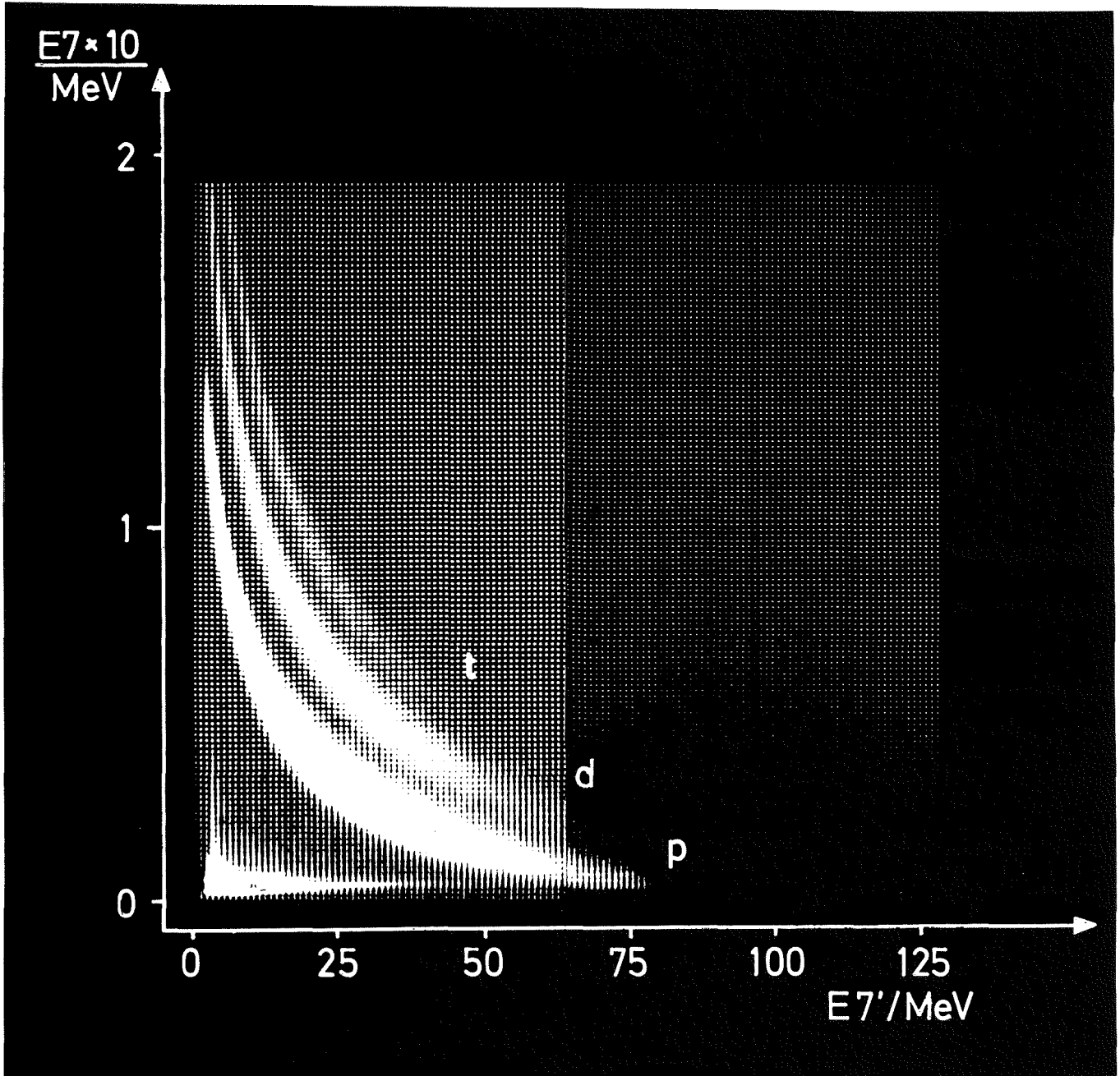


Abb. 14: Energie-Energieverlust-Spektrum für Zählersystem S7, S7' (Energiesignale E7', unverstärkt, Energieverlustsignale E7\*10, verstärkt)

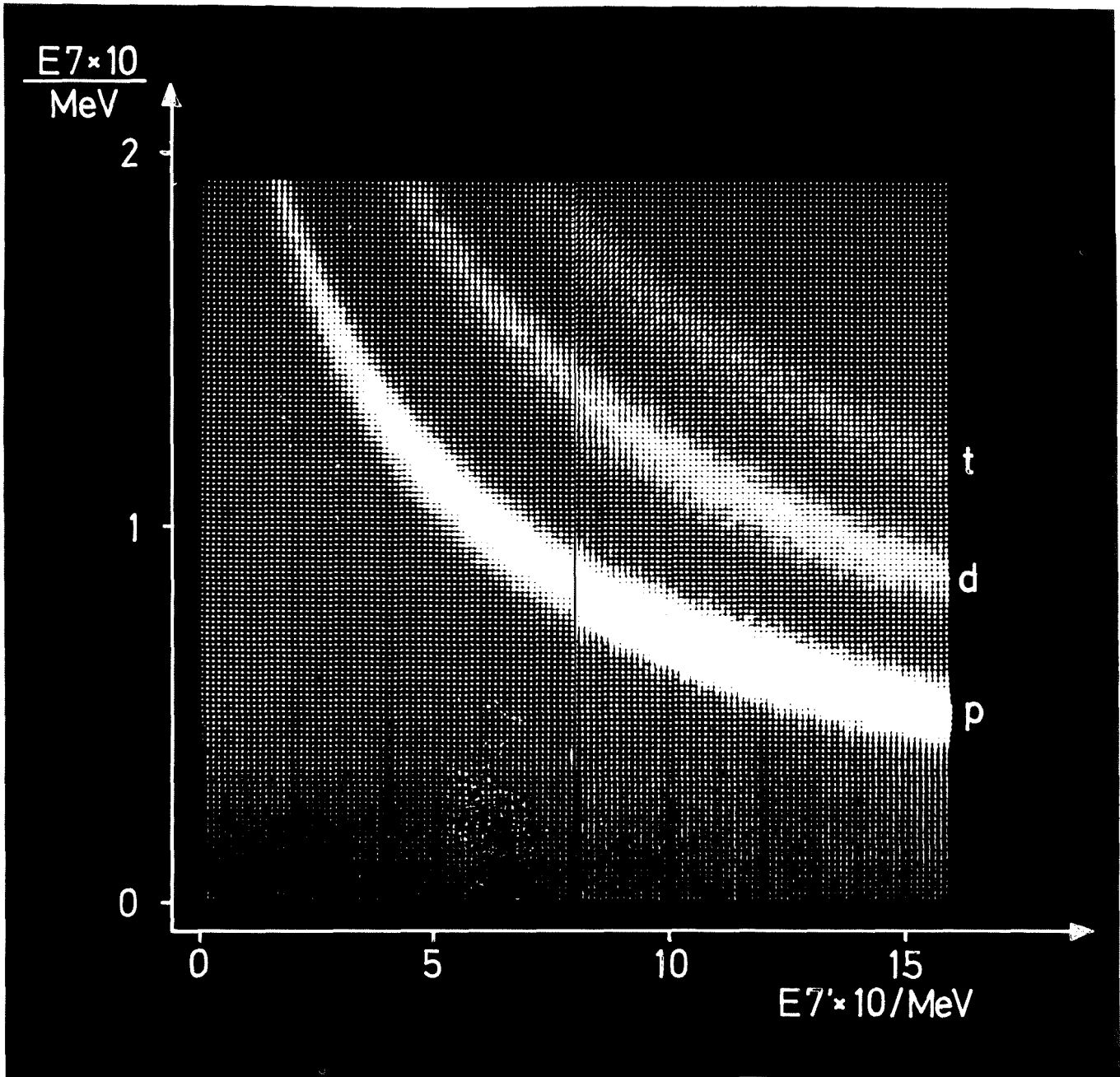


Abb. 15: Energie-Energieverlust-Spektrum für Zählersystem S7, S7' (Energiesignale  $E7' \times 10$  verstärkt, Energieverlustsignale  $E7 \times 10$  verstärkt)



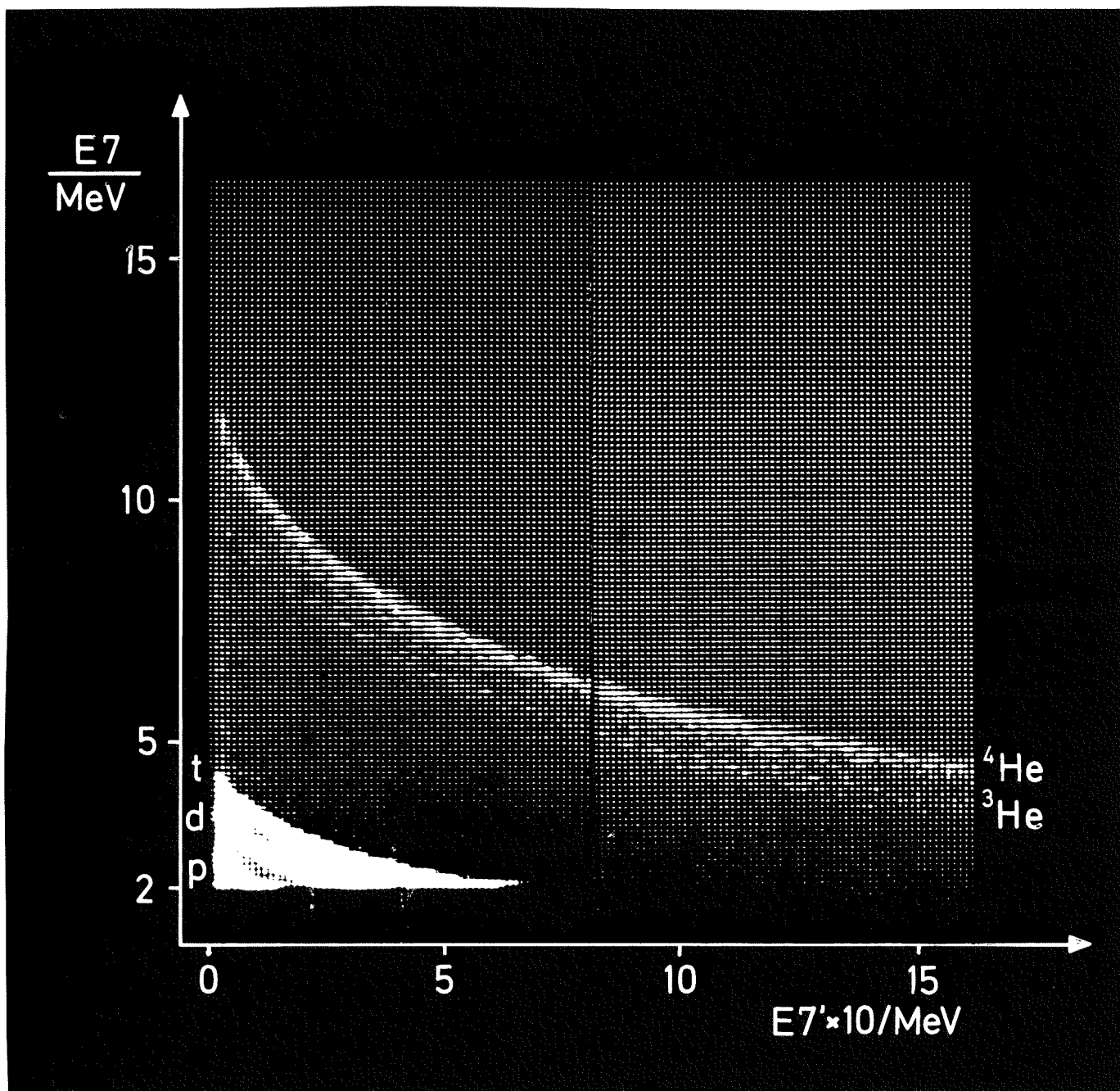


Abb. 16: Energie-Energieverlust-Spektrum für Zählersystem S7,S7' (Energiesignale  $E7' \times 10$  verstärkt, Energieverlustsignale E7 unverstärkt)

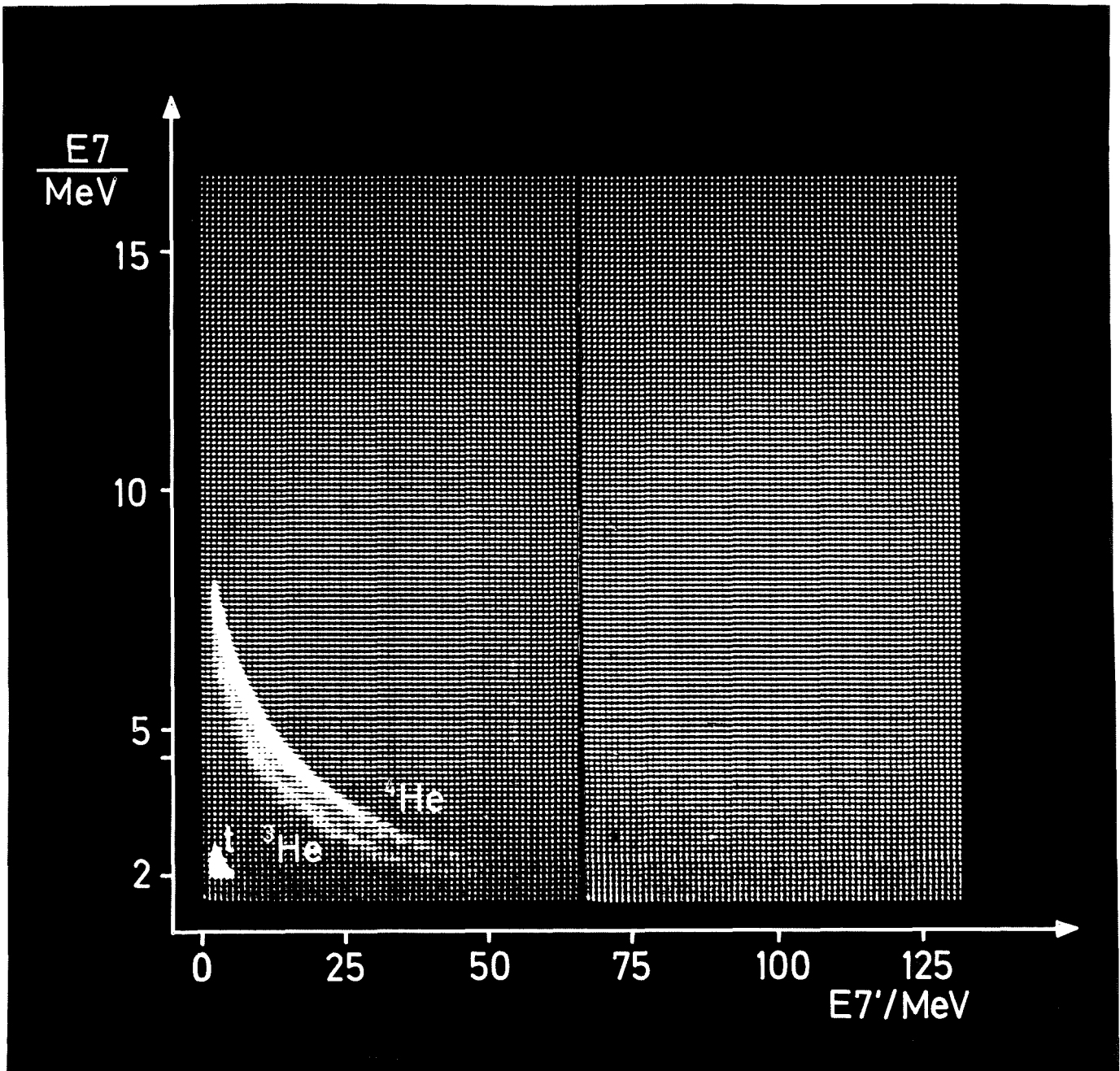


Abb. 17: Energie-Energieverlust-Spektrum für Zählersystem S7, S7' (Energiesignale  $E_{7'}$  unverstärkt, Energieverlustsignale  $E_7$  unverstärkt)

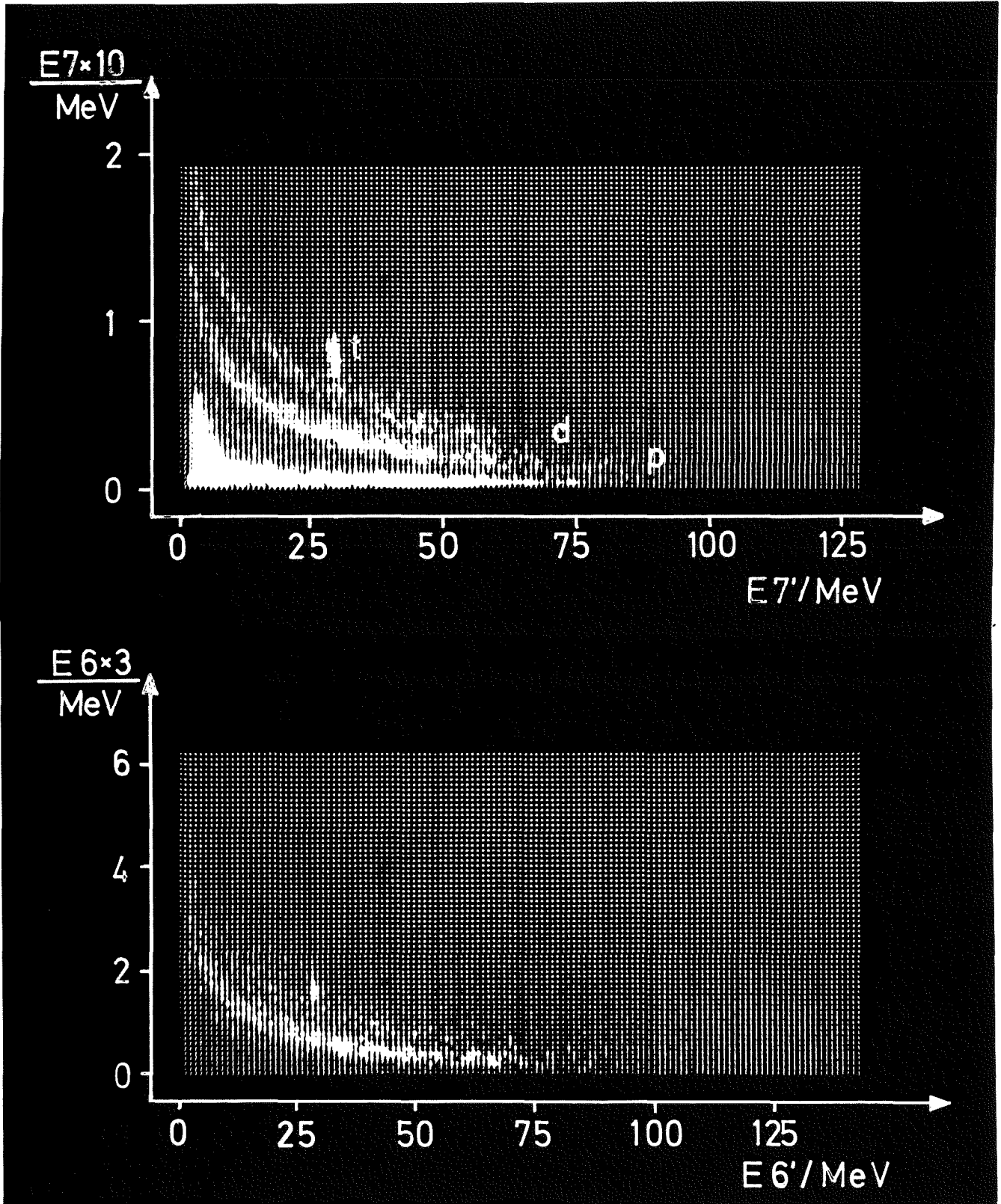


Abb. 18: Energie-Energieverlust-Spektrum nach Pioneinfang an  ${}^4\text{He}$   
a) für Zählersystem S7, S7'  
b) für Zählersystem S6, S6'

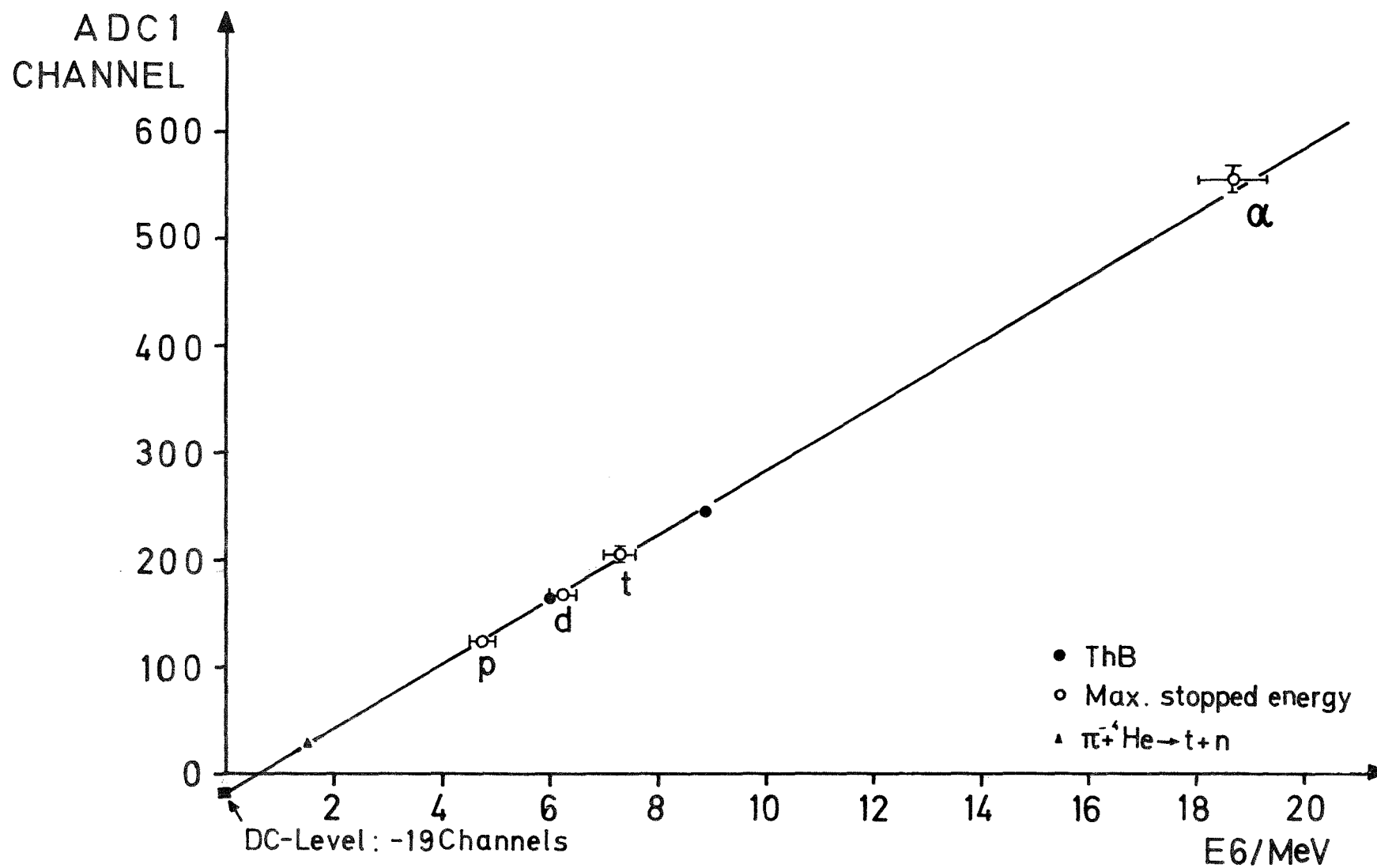


Abb.19: Eichung des Halbleiterzählers S6

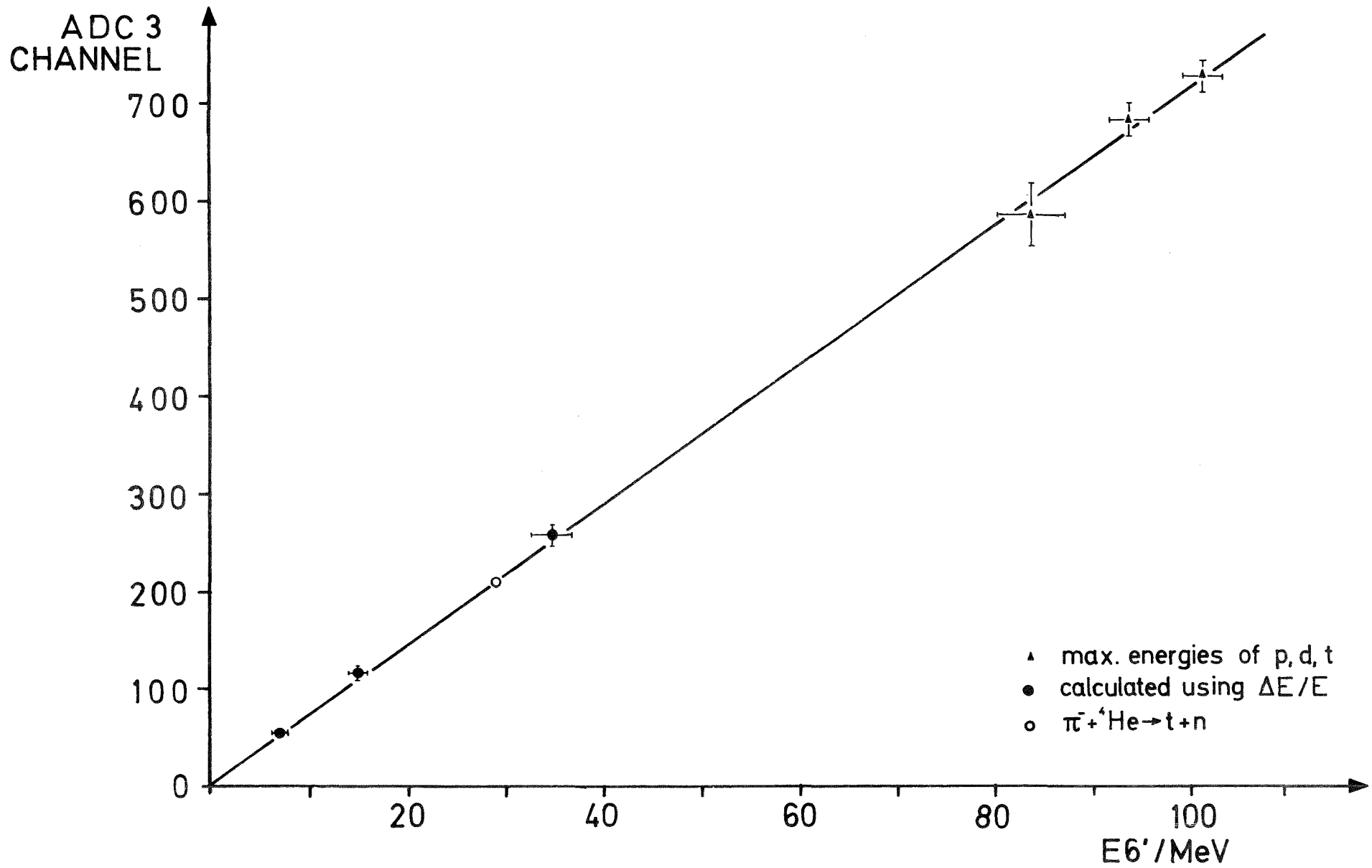


Abb.20: Eichung des NaJ-Zählers S6'

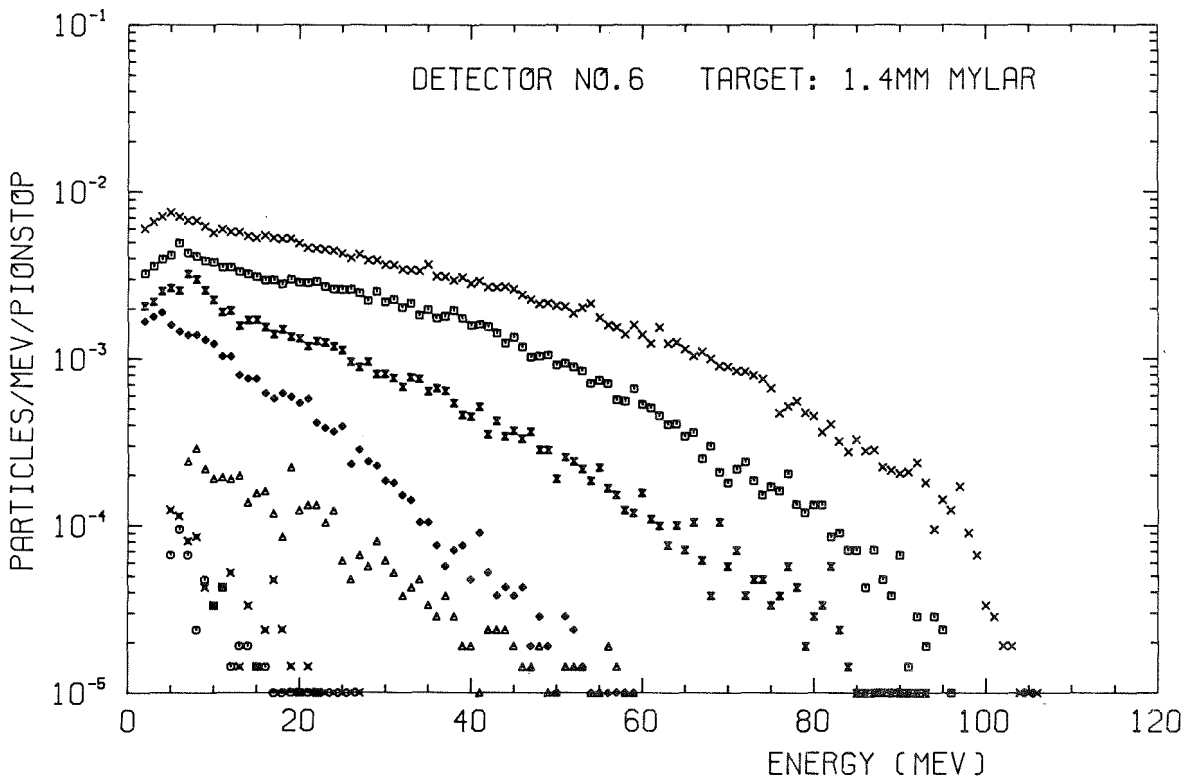
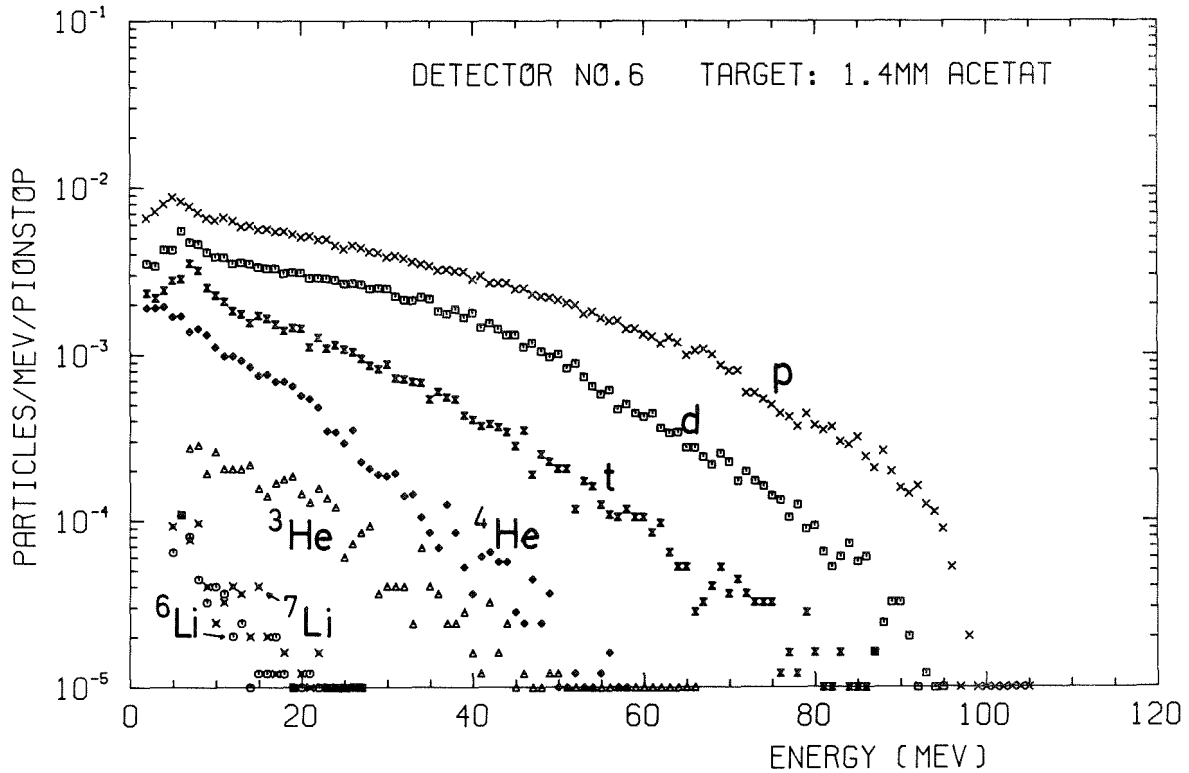


Abb.21: Energiespektren, gemessen mit einem 1.4 mm Zellulose-azetattarget und 1.4 mm Hostaphantarget (Zähler-system S6, S6')

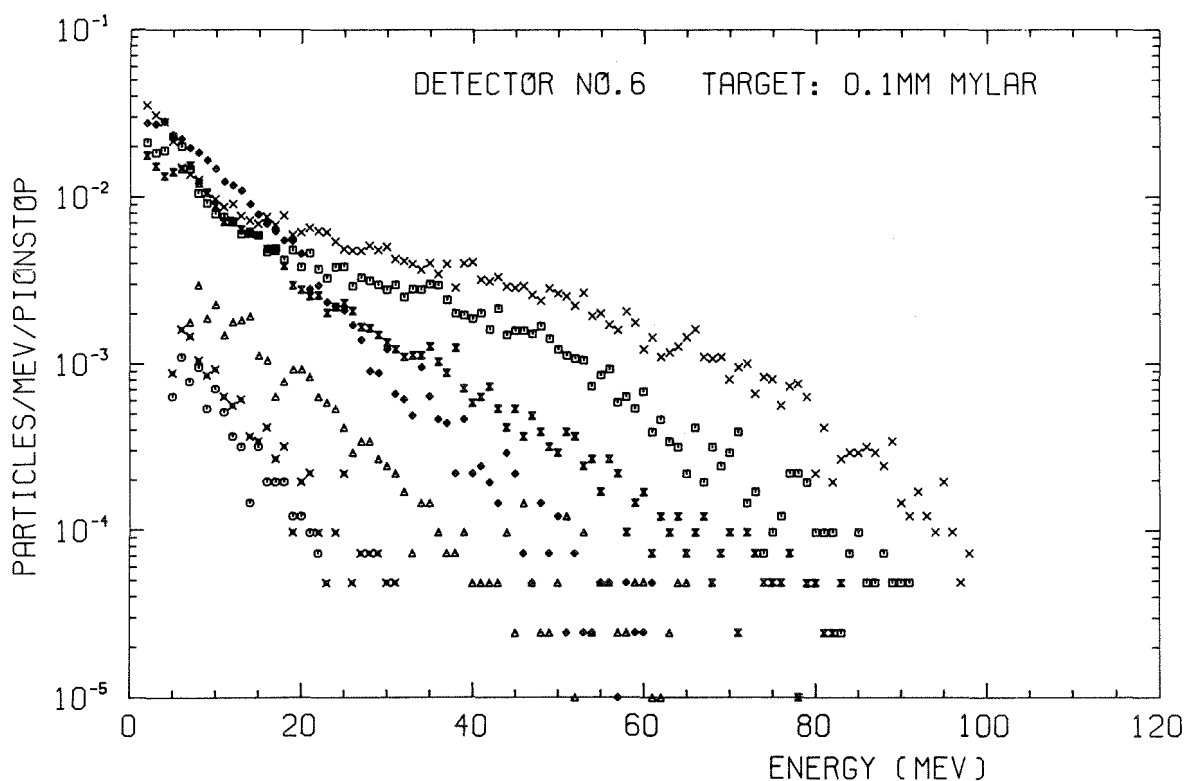
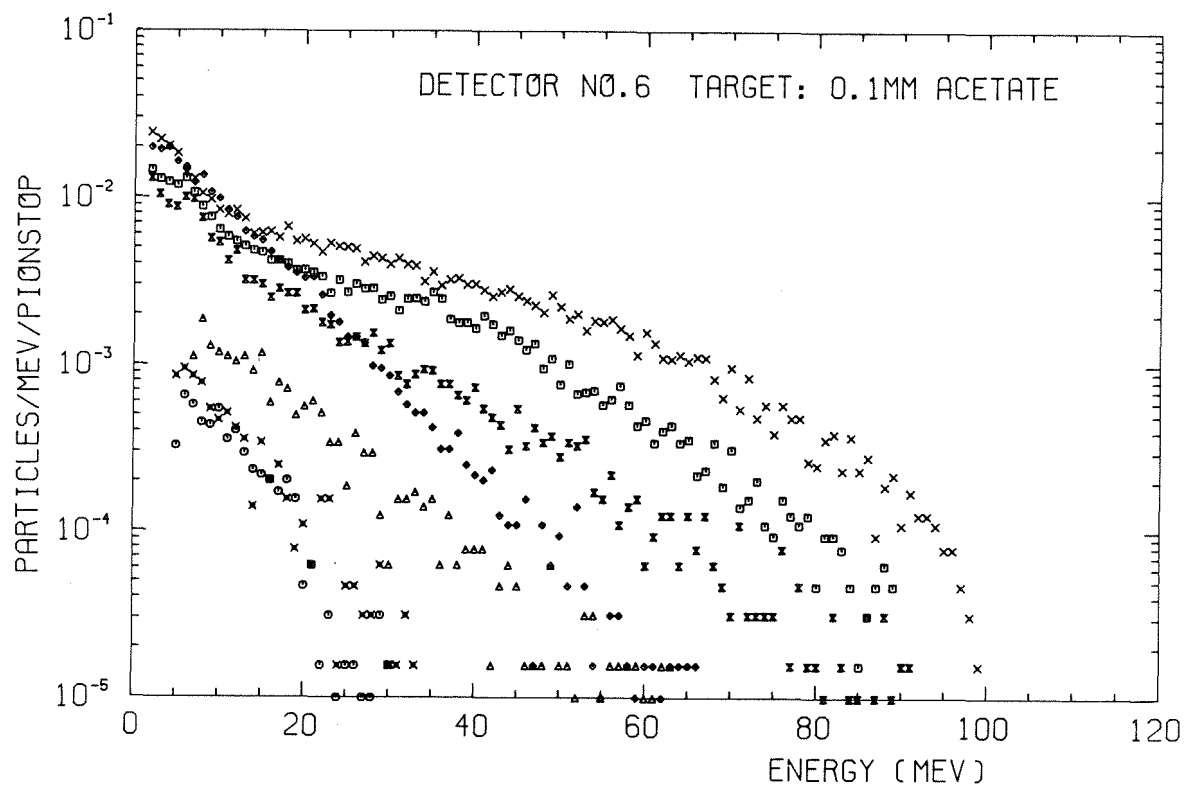


Abb.22: Energiespektren, gemessen mit einem 1.4 mm Zellulose-azetattarget und einem 1.4 mm Hostaphantarget (Zähler-system S7, S7')

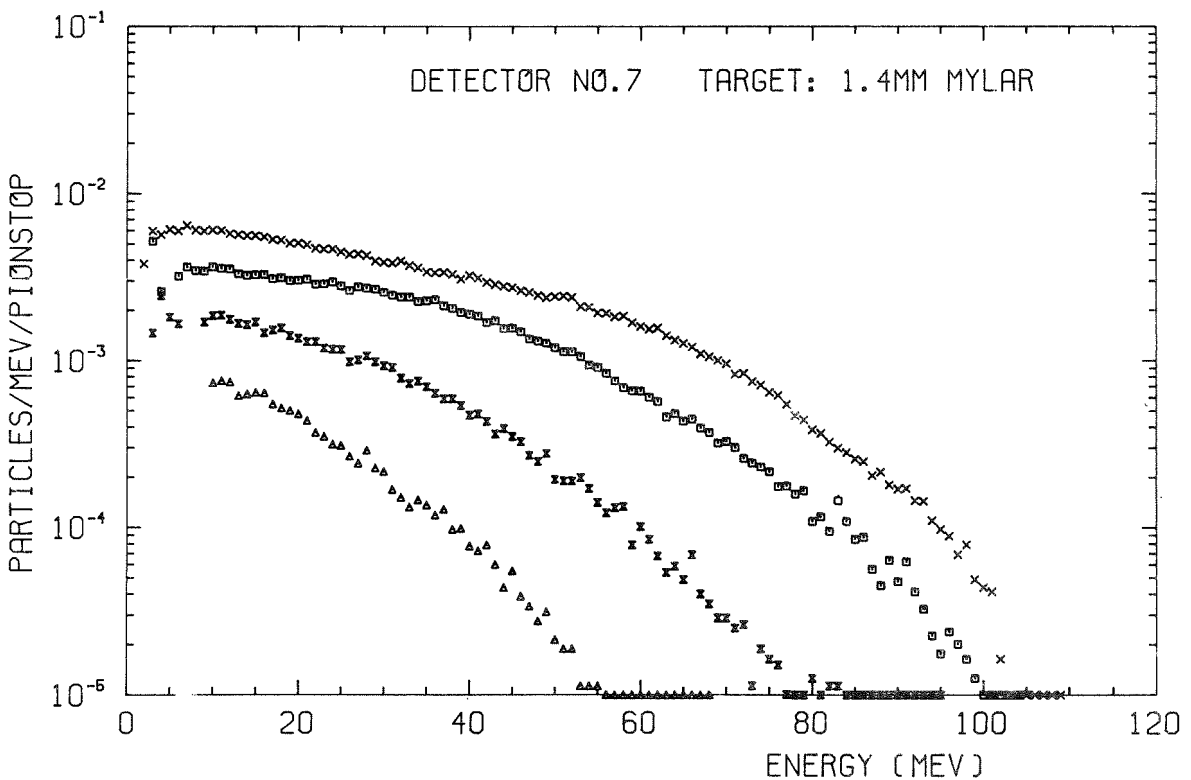
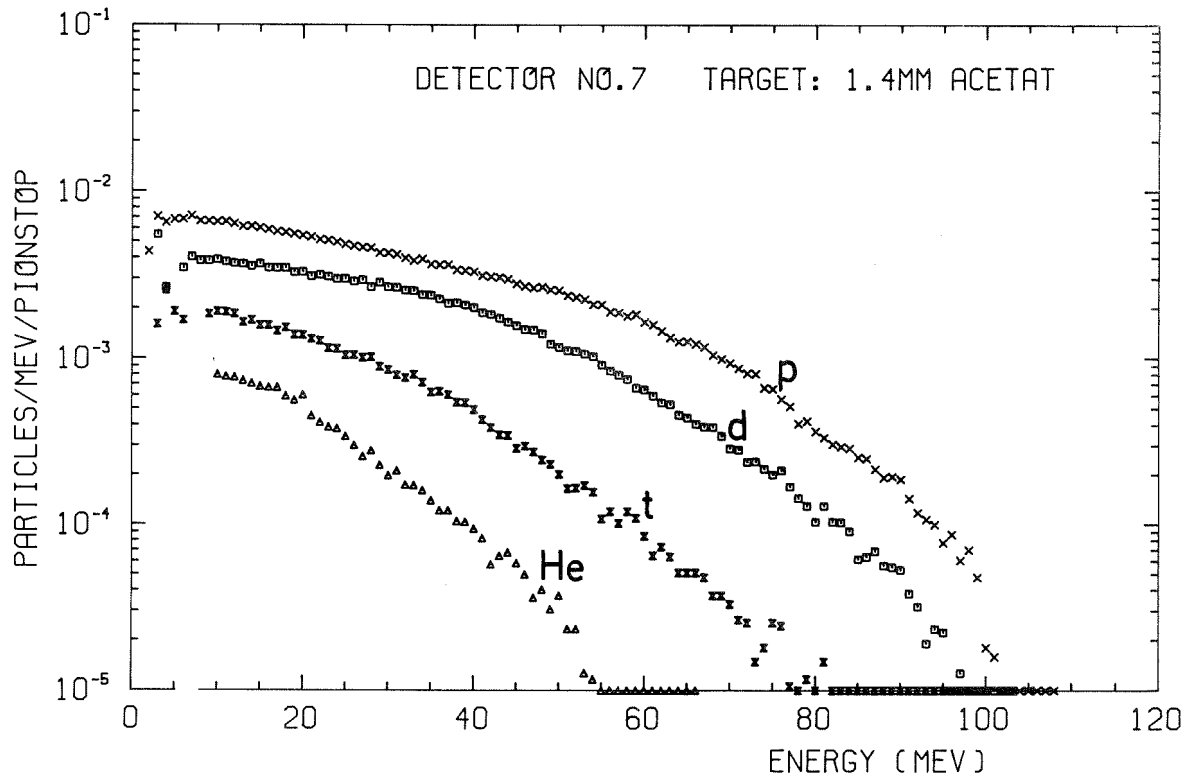


Abb.23: Energiespektren, gemessen mit einem 0.1 mm Zellulose-azetattarget und einem 0.1 mm Hostaphantarget (Zähler-system S6, S6')



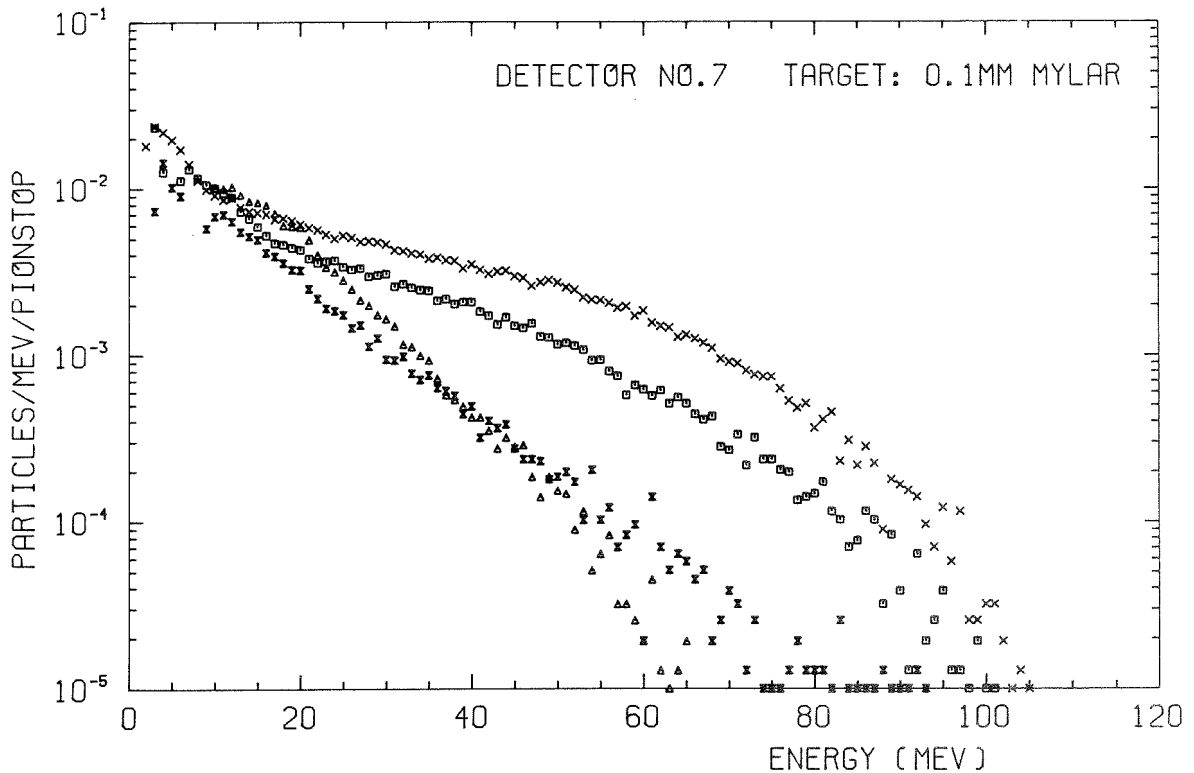
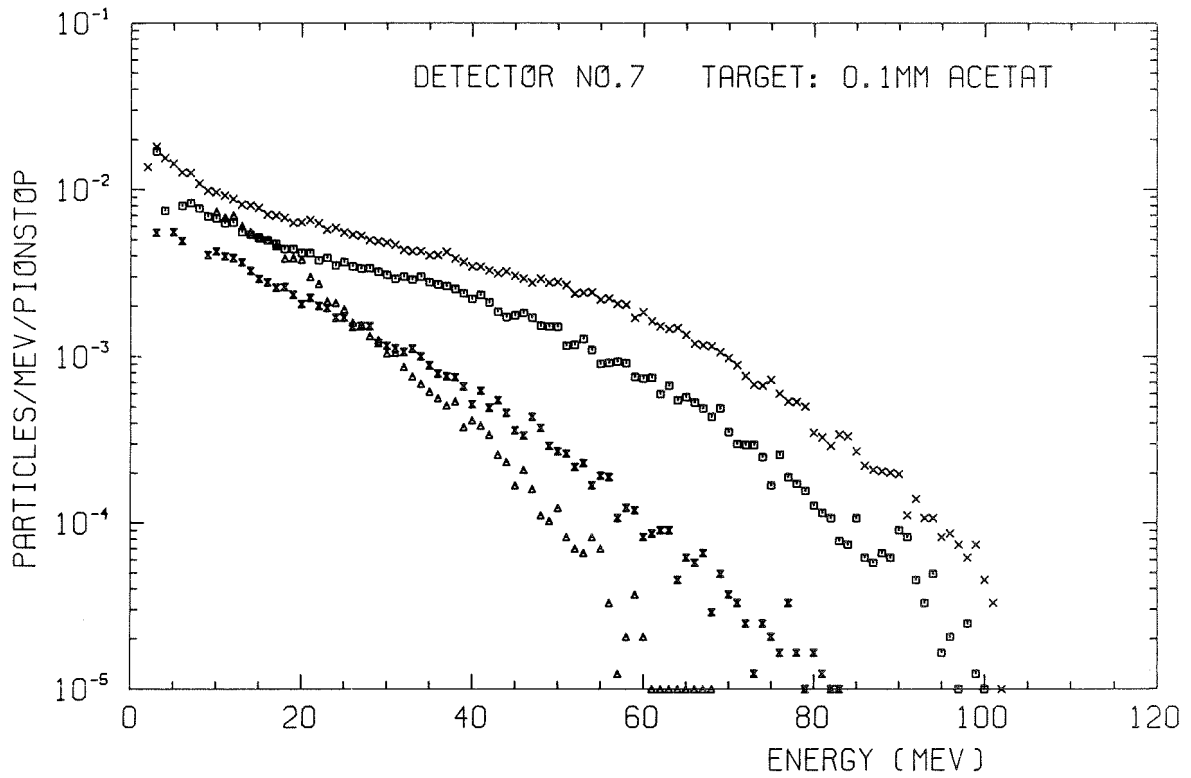


Abb.24: Energiespektren, gemessen mit einem 0.1 mm Zelluloseazetattarget und einem 0.1 mm Hostaphantarget (Zähler-system S7, S7')

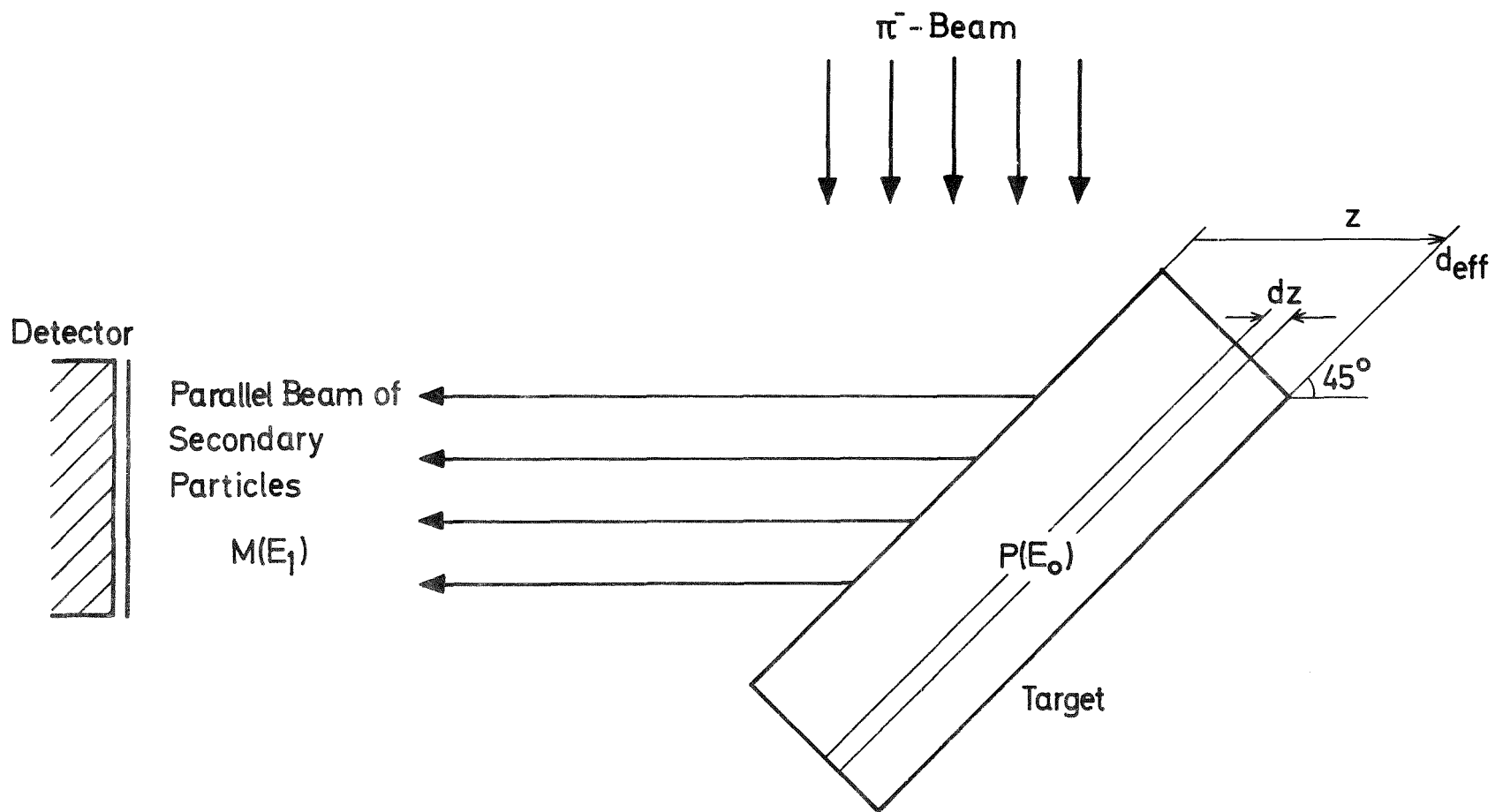


Abb.25: Veranschaulichung der bei der Targetdickenkorrektur auftretenden Größen

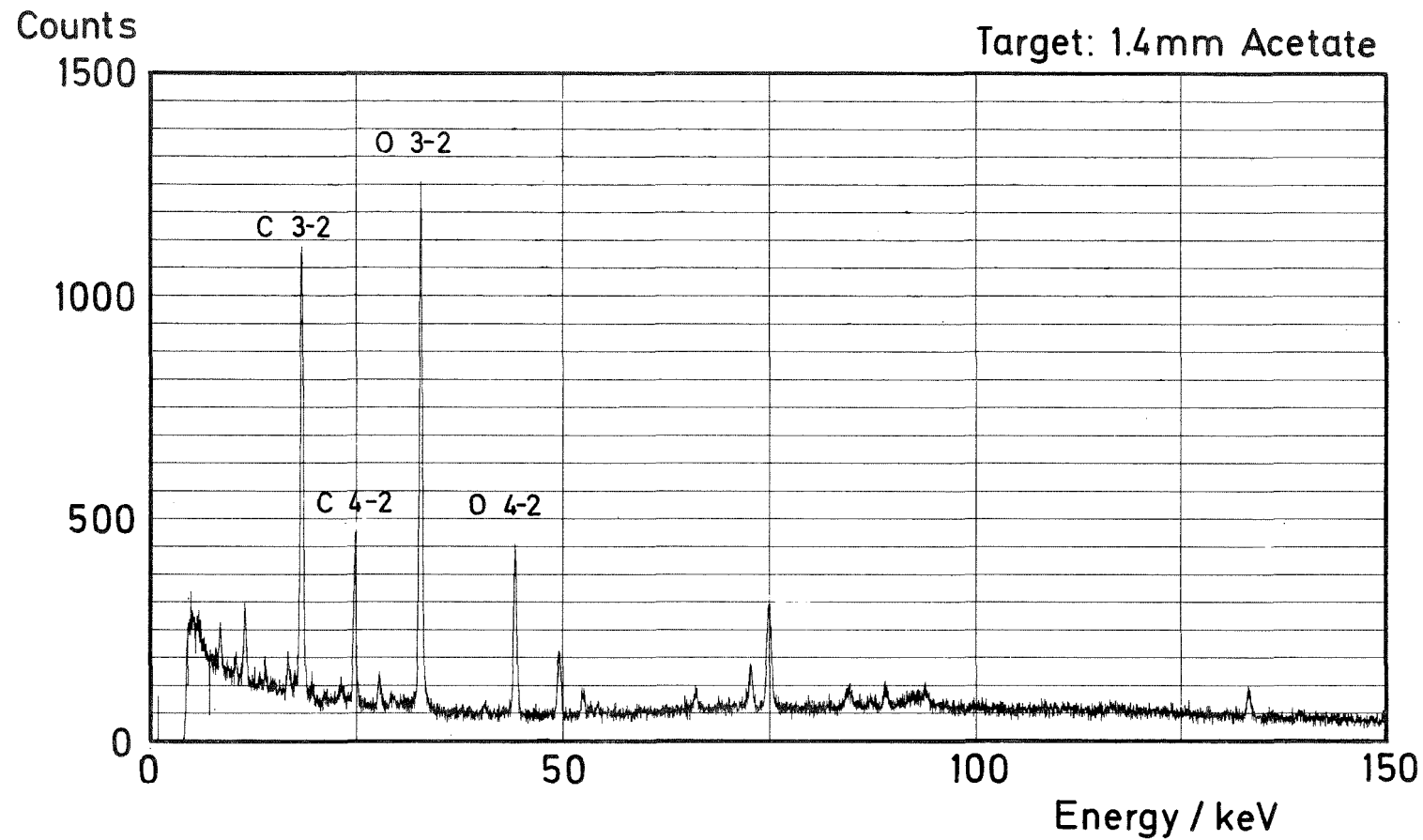


Abb.26: Spektrum der pionischen Röntgenstrahlung, gemessen mit einem 1.4 mm Zelluloseazetattarget

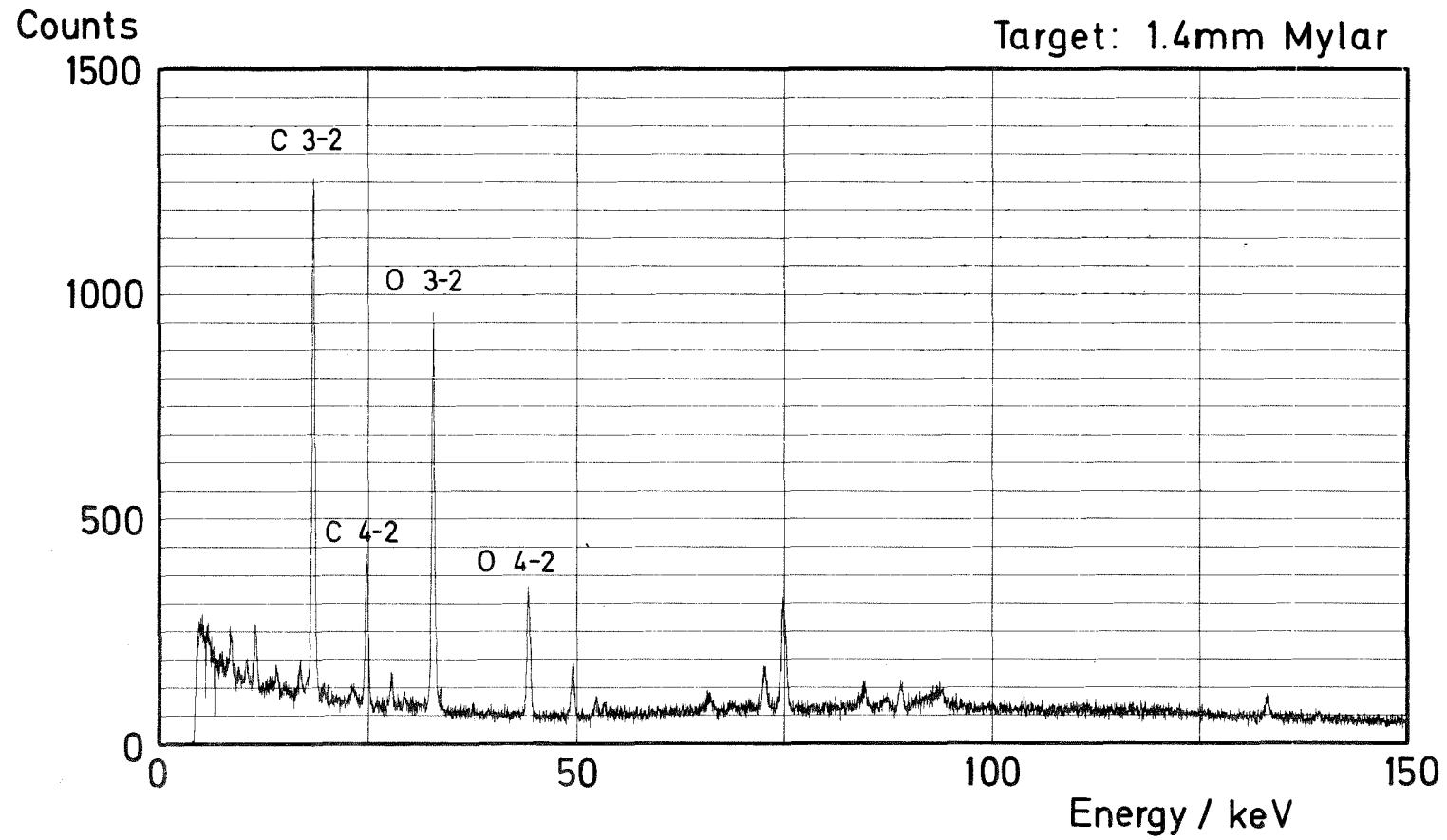


Abb.27: Spektrum der pionischen Röntgenstrahlung, gemessen mit einem 1.4 mm Hostaphantarget

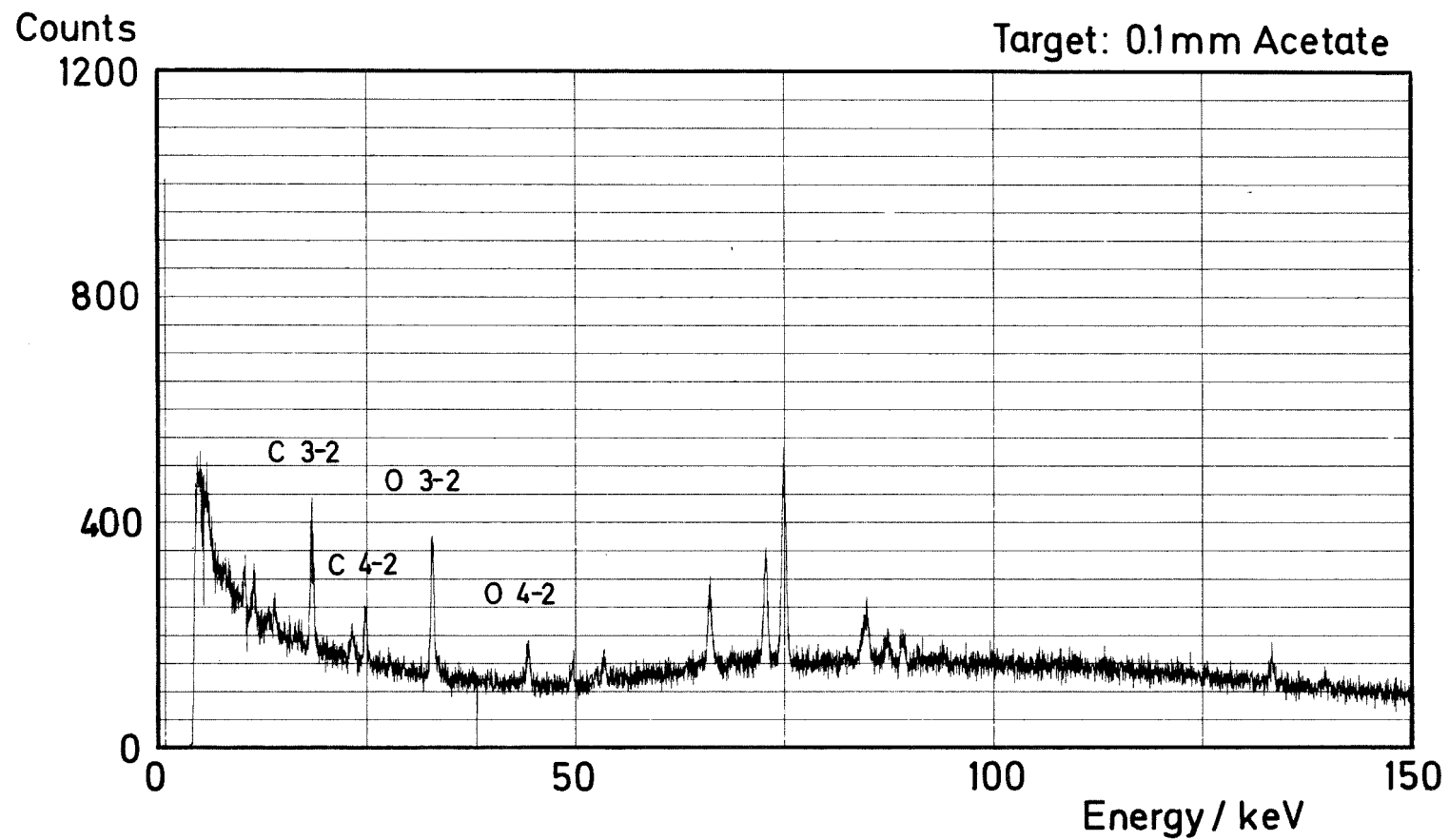


Abb.28: Spektrum der pionischen Röntgenstrahlung, gemessen mit einem 0.1 mm Zelluloseazetattarget

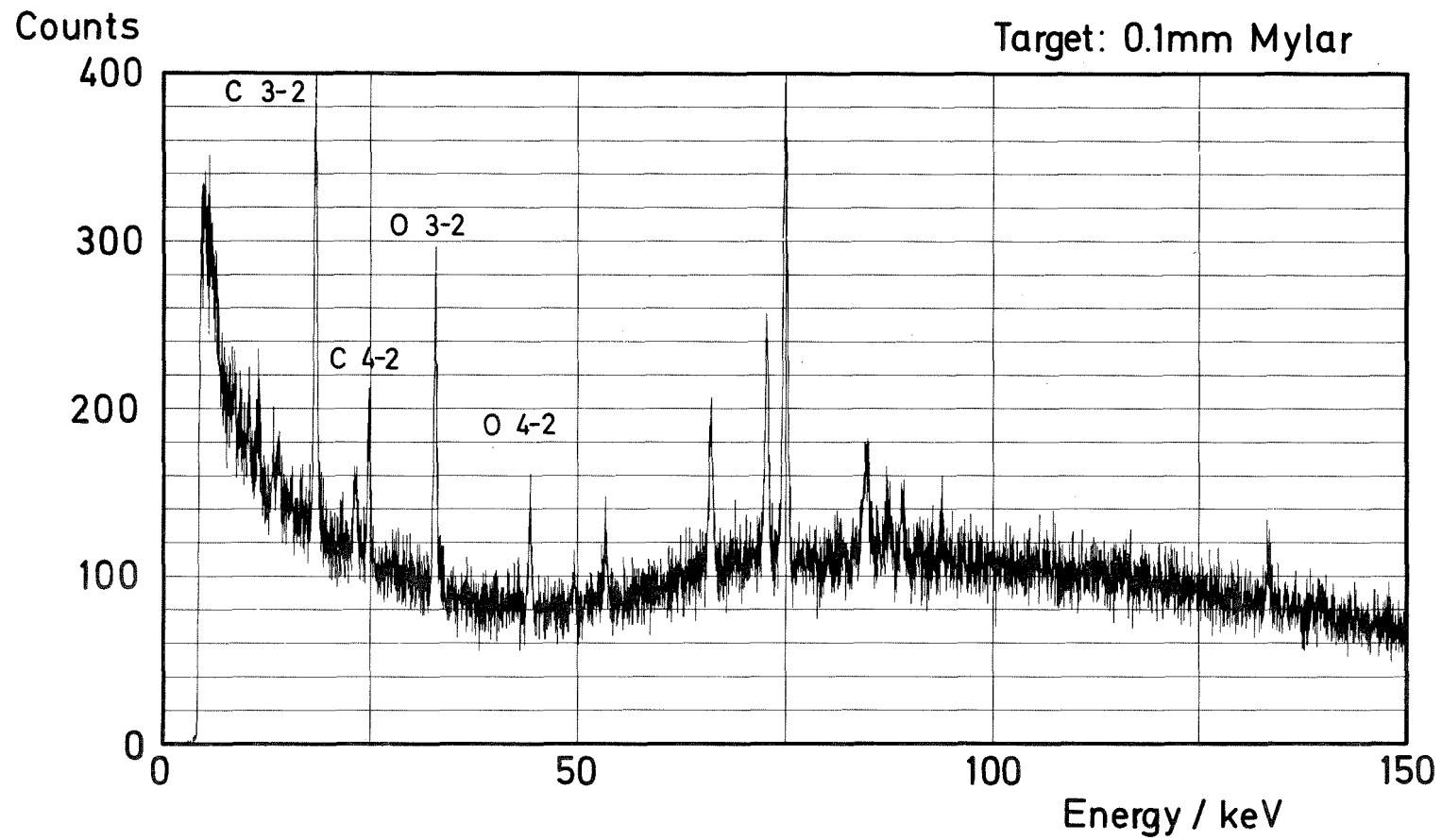


Abb.29: Spektrum der pionischen Röntgenstrahlung, gemessen mit einem 0.1 mm Hostaphantarget

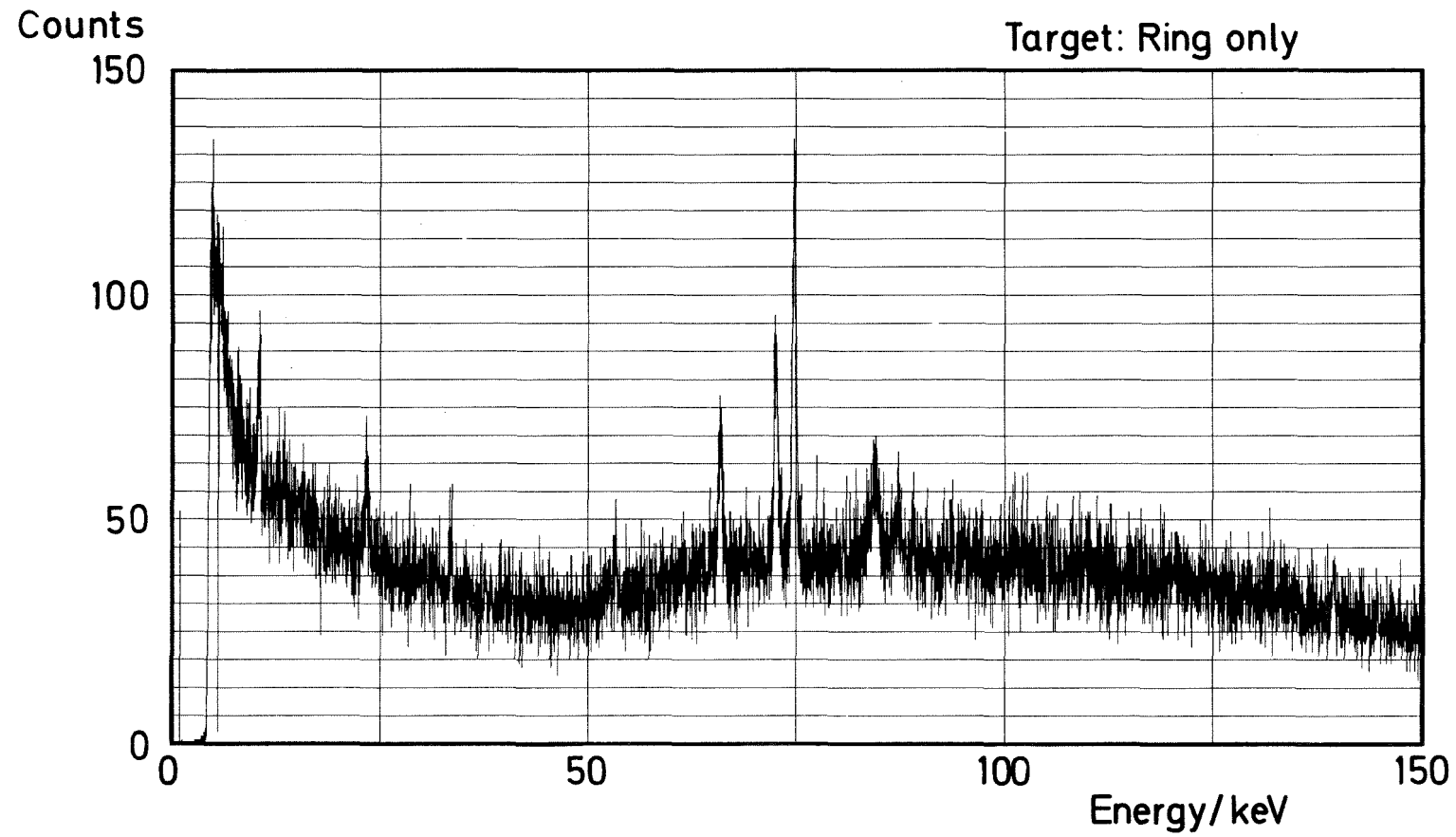


Abb.30: Untergrundspektrum der pionischen Röntgenstrahlung bei leerer Targethalterung

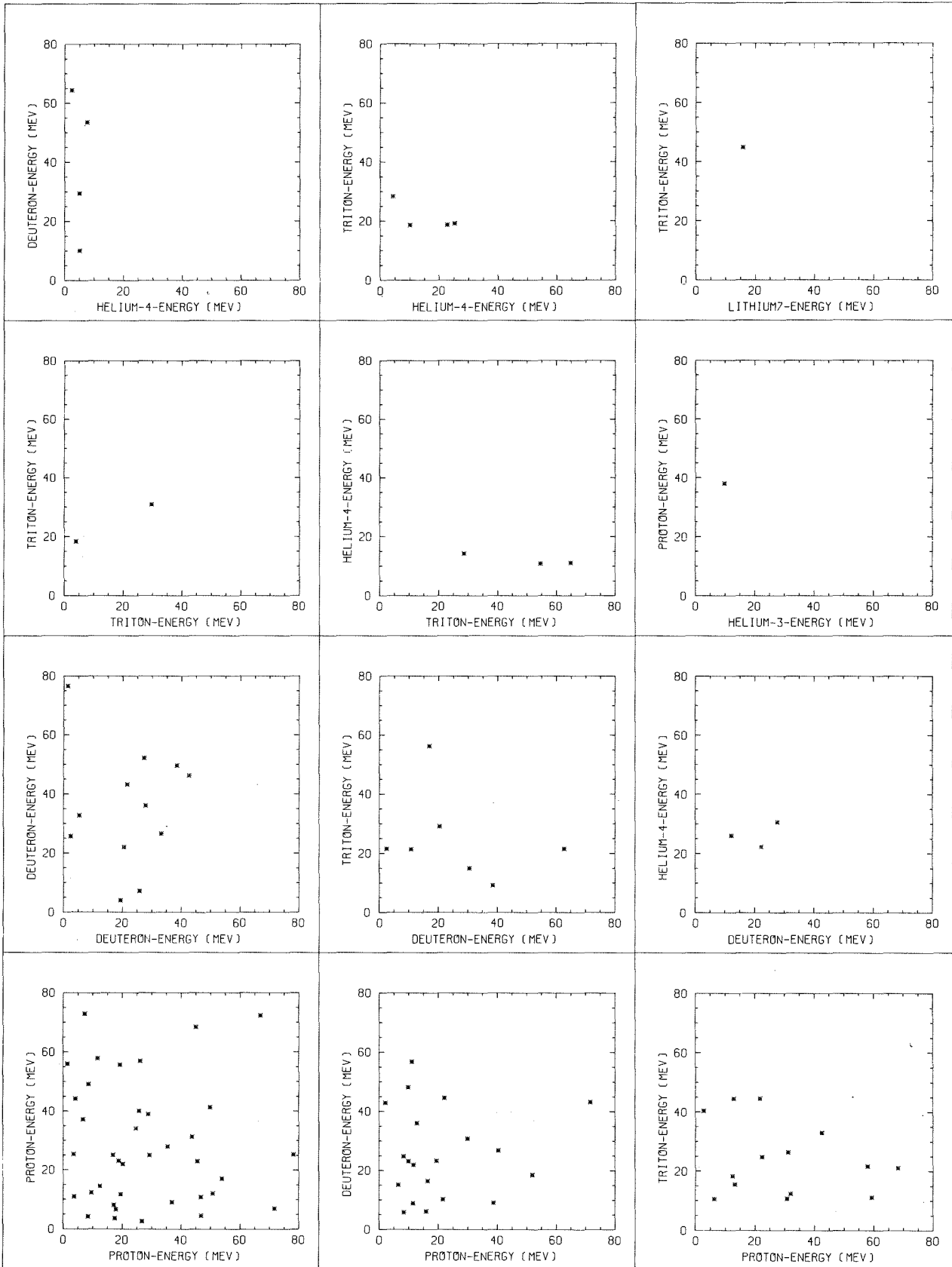


Abb. 31a:



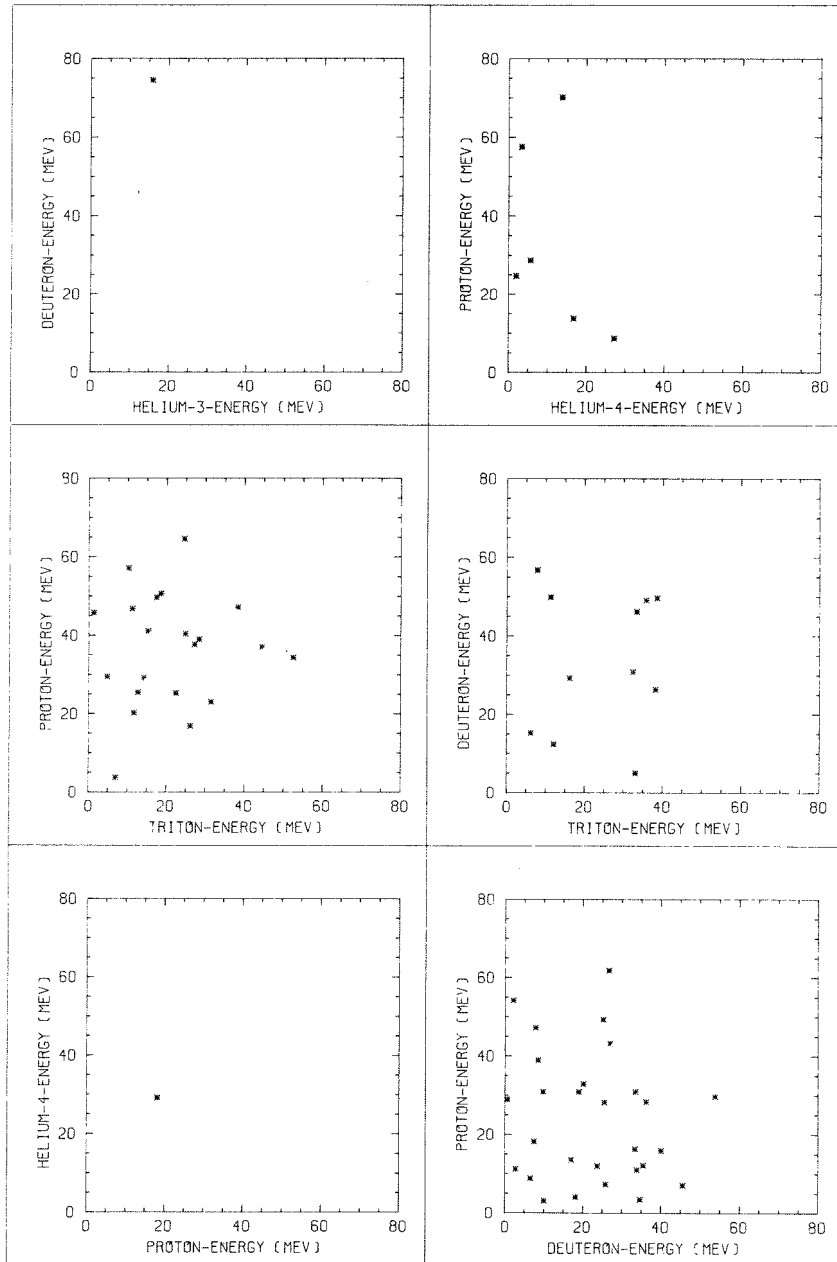


Abb.31b: Koinzidenzspektren geladener Sekundärteilchen, gemessen mit den 1.4 mm Targets (Ereignisse vom Hostaphan und Zelluloseazetat werden nicht unterschieden)

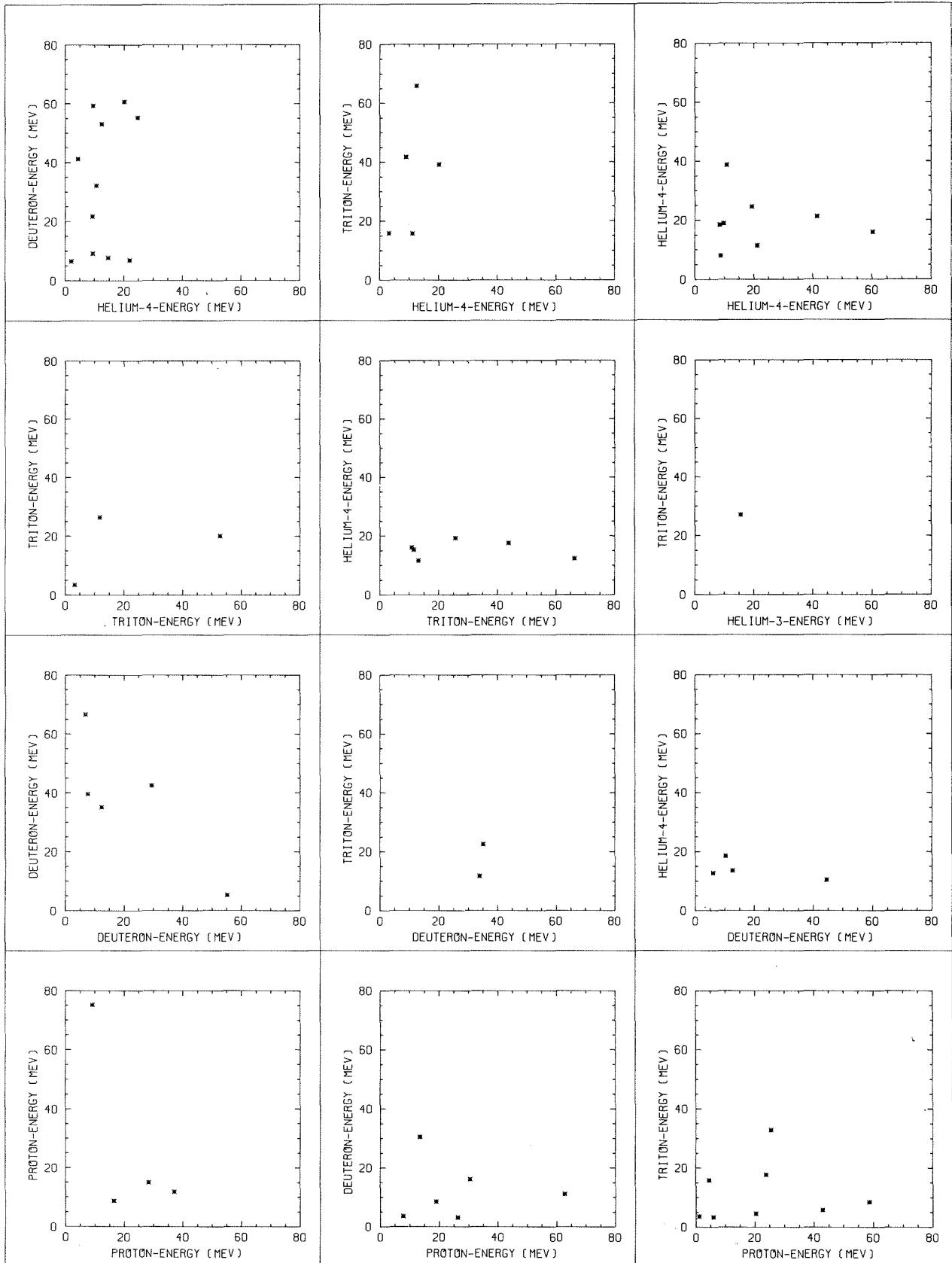


Abb. 32a:

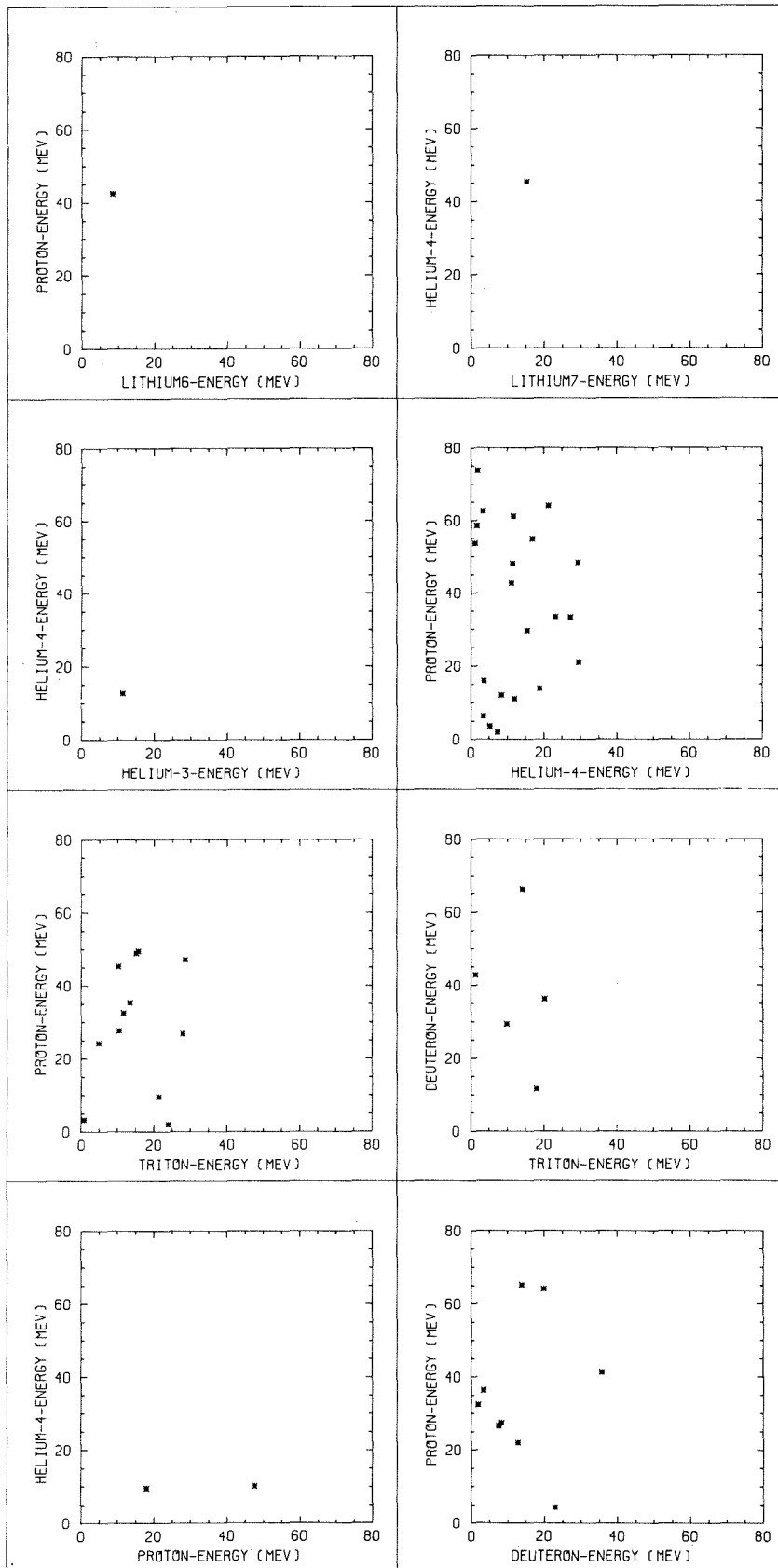


Abb. 32b: Koinzidenzspektren geladener Sekundärteilchen, gemessen mit den 0.1 mm Targets

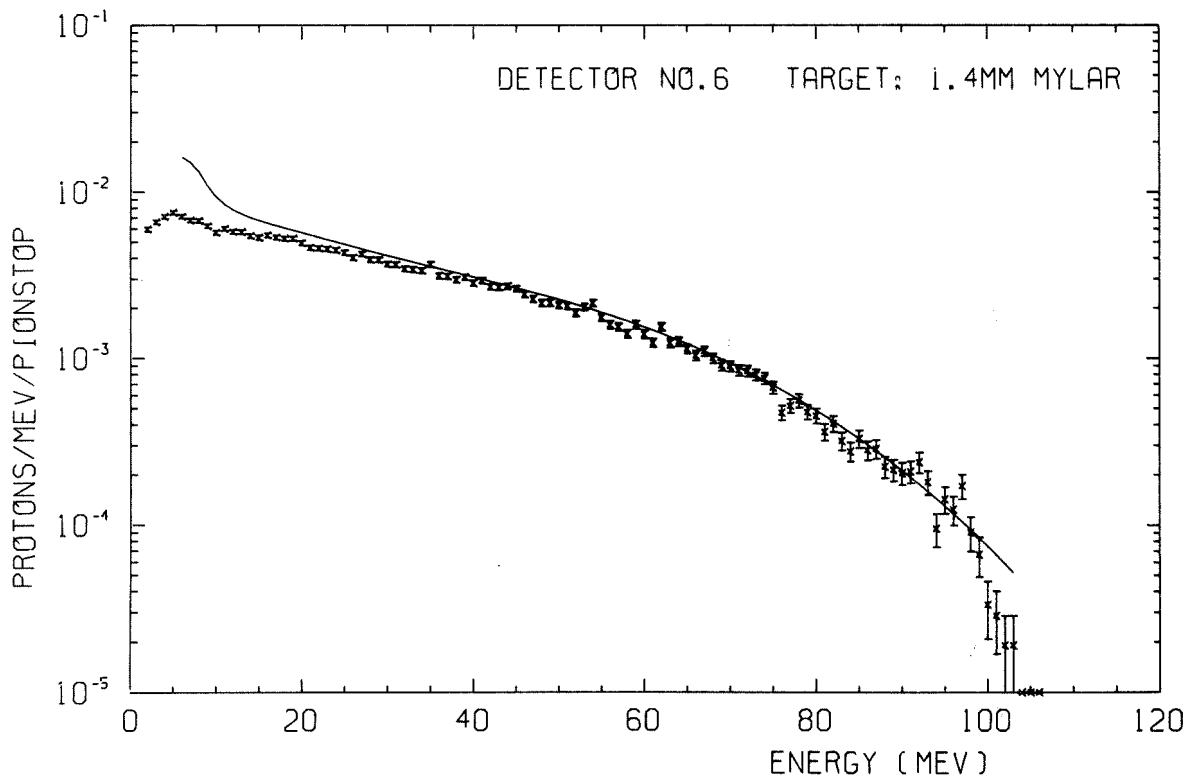
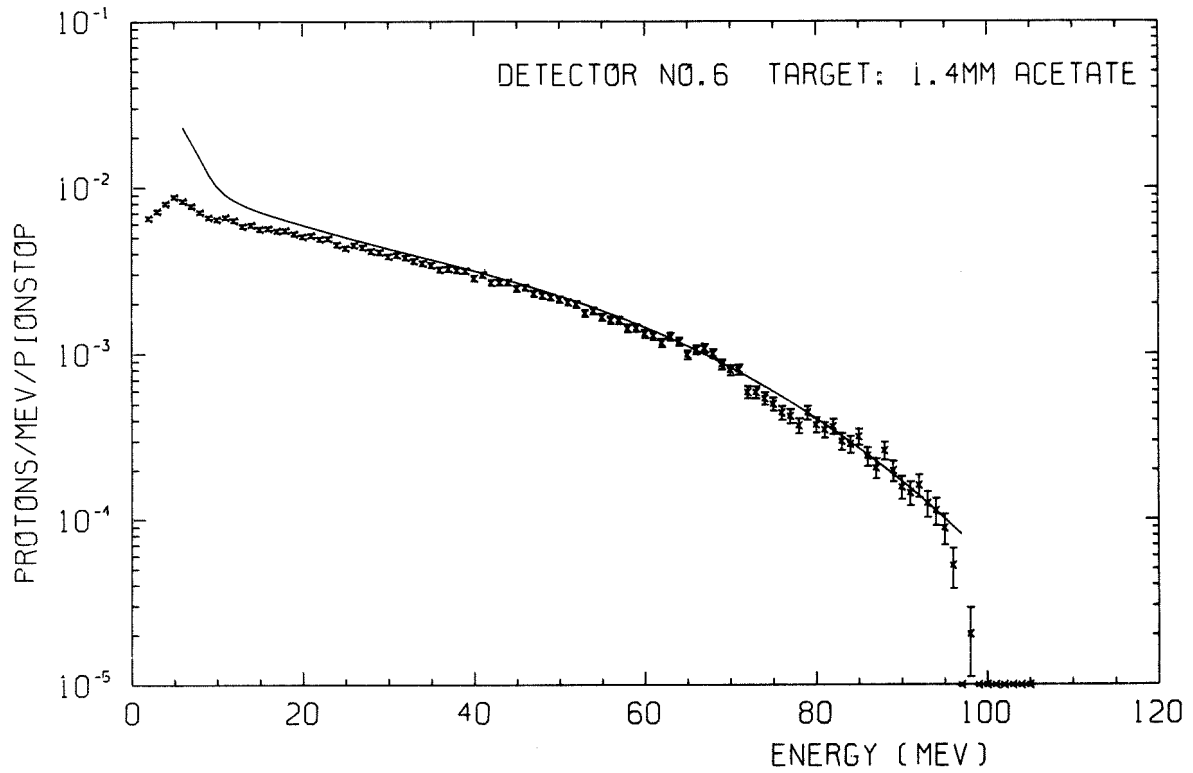


Abb.33: Gemessene Protonenspektren und hieraus berechnete Produktionsspektren  
a) für 1.4 mm Zelluloseazetattarget und  
b) für 1.4 mm Hostaphantarget

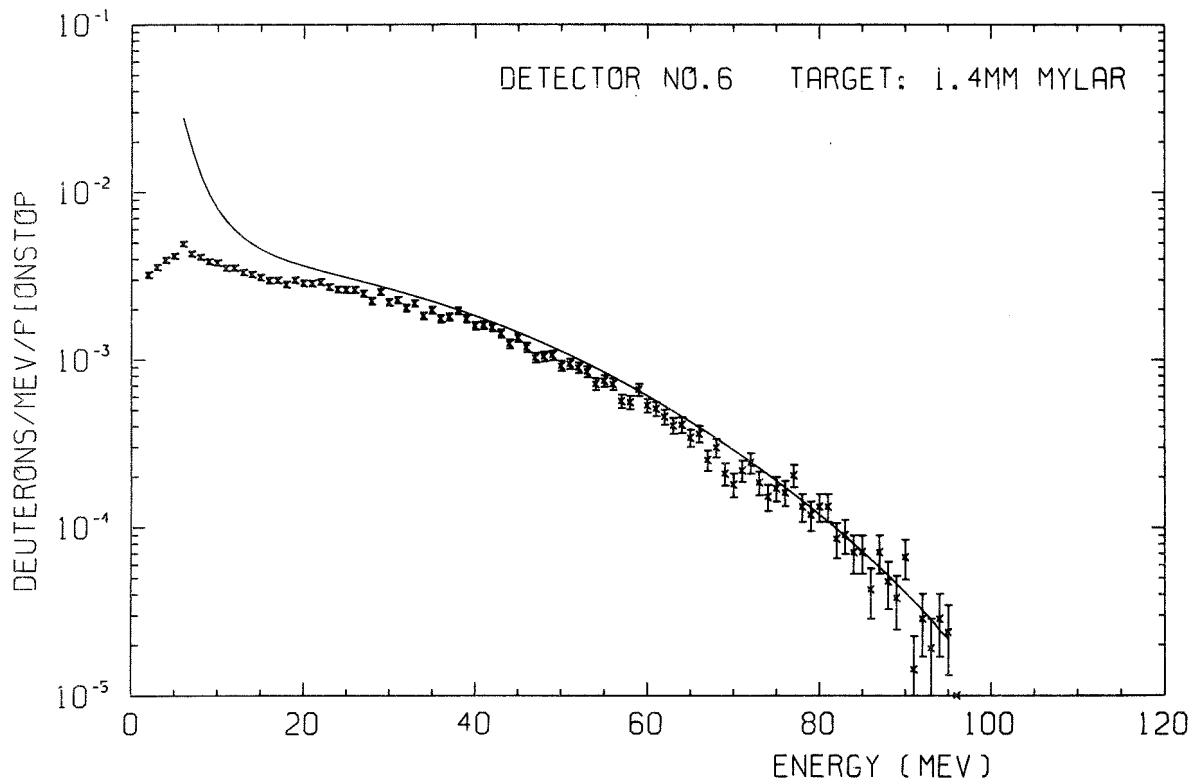
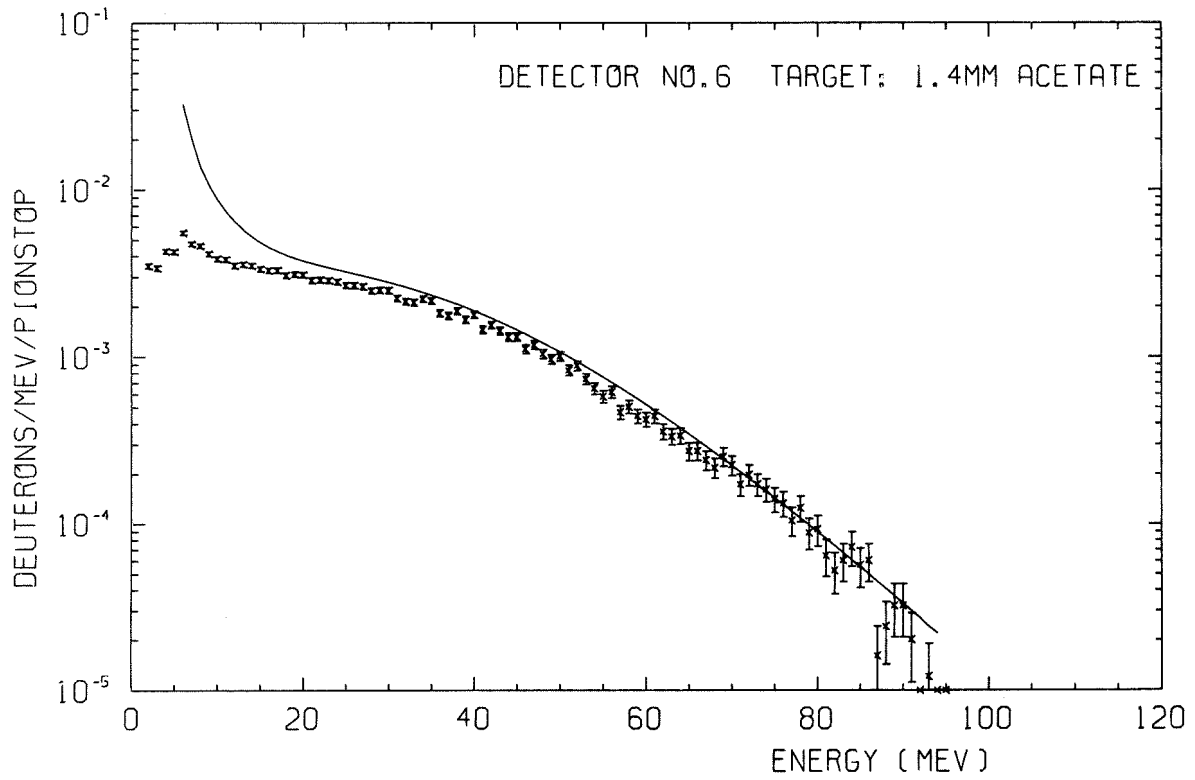


Abb.34: Gemessene Deuteronenspektren und hieraus berechnete Produktionsspektren  
a) für 1.4 mm Zelluloseazetattarget und  
b) für 1.4 mm Hostaphantarget

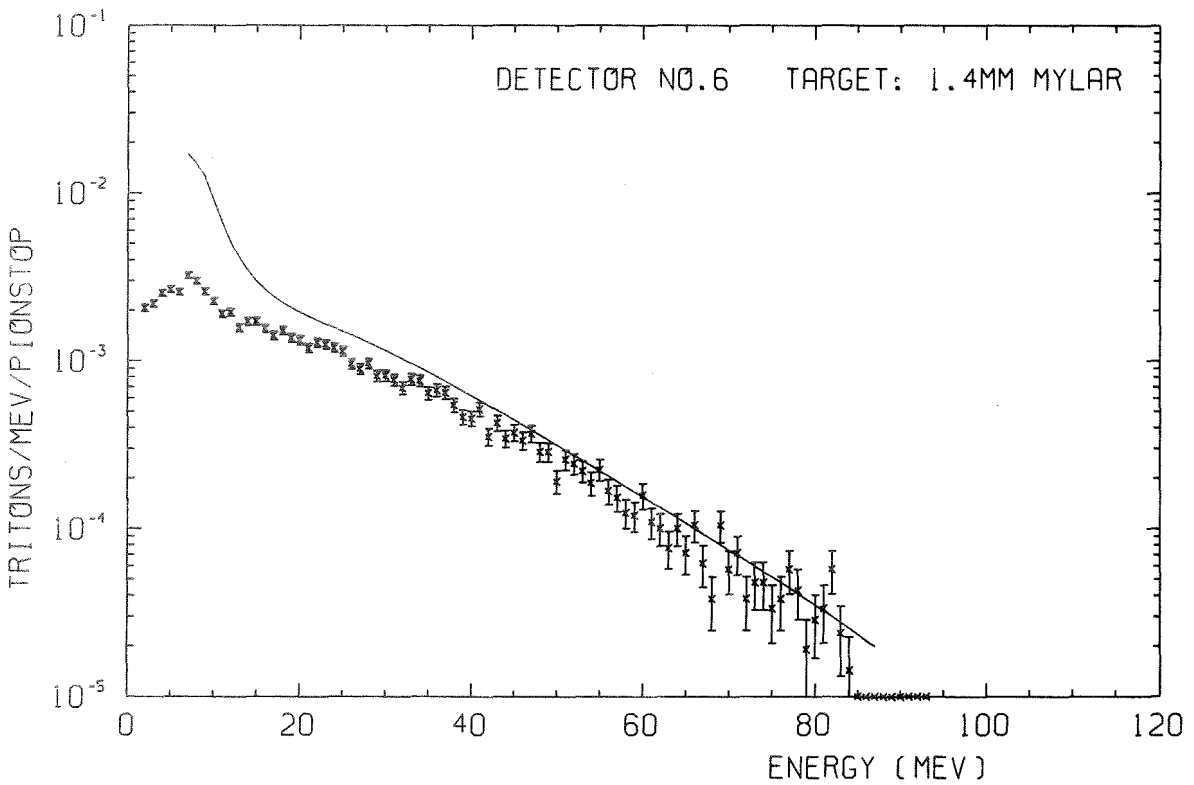
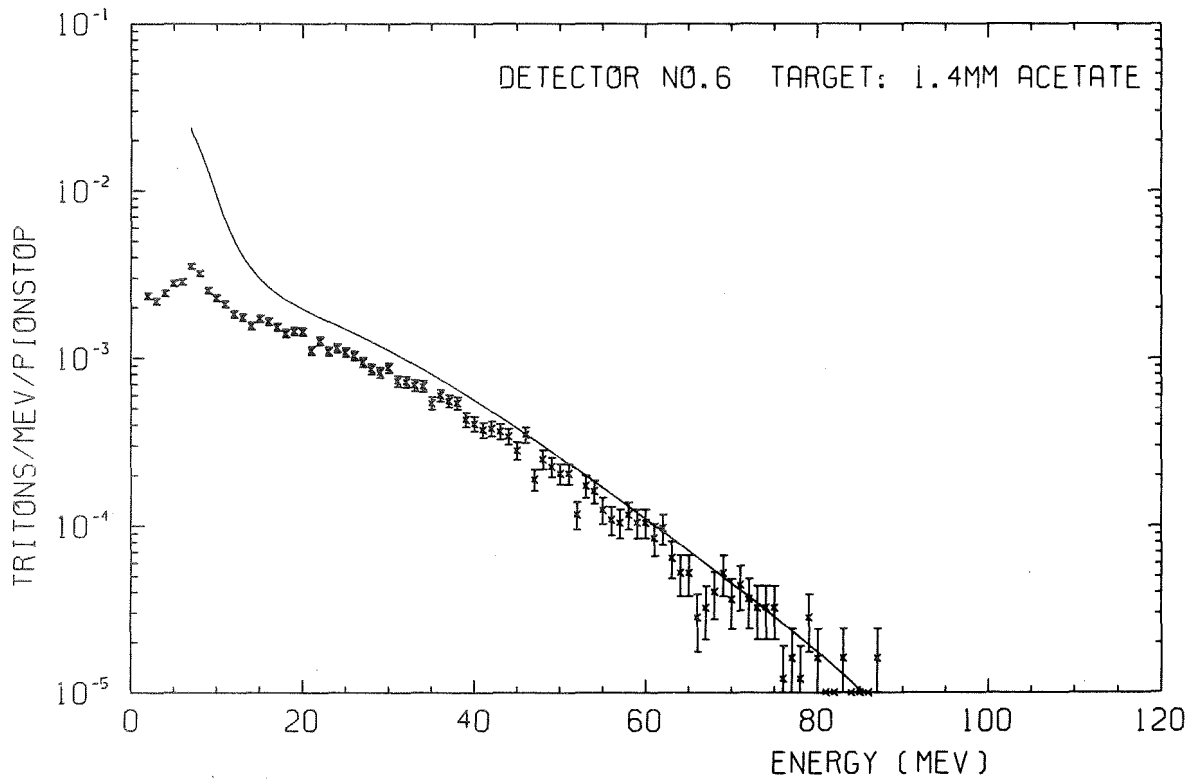


Abb.35: Gemessene Tritonenspektren und hieraus berechnete Produktionsspektren  
a) für 1.4 mm Zelluloseazetattarget und  
b) für 1.4 mm Hostaphantarget

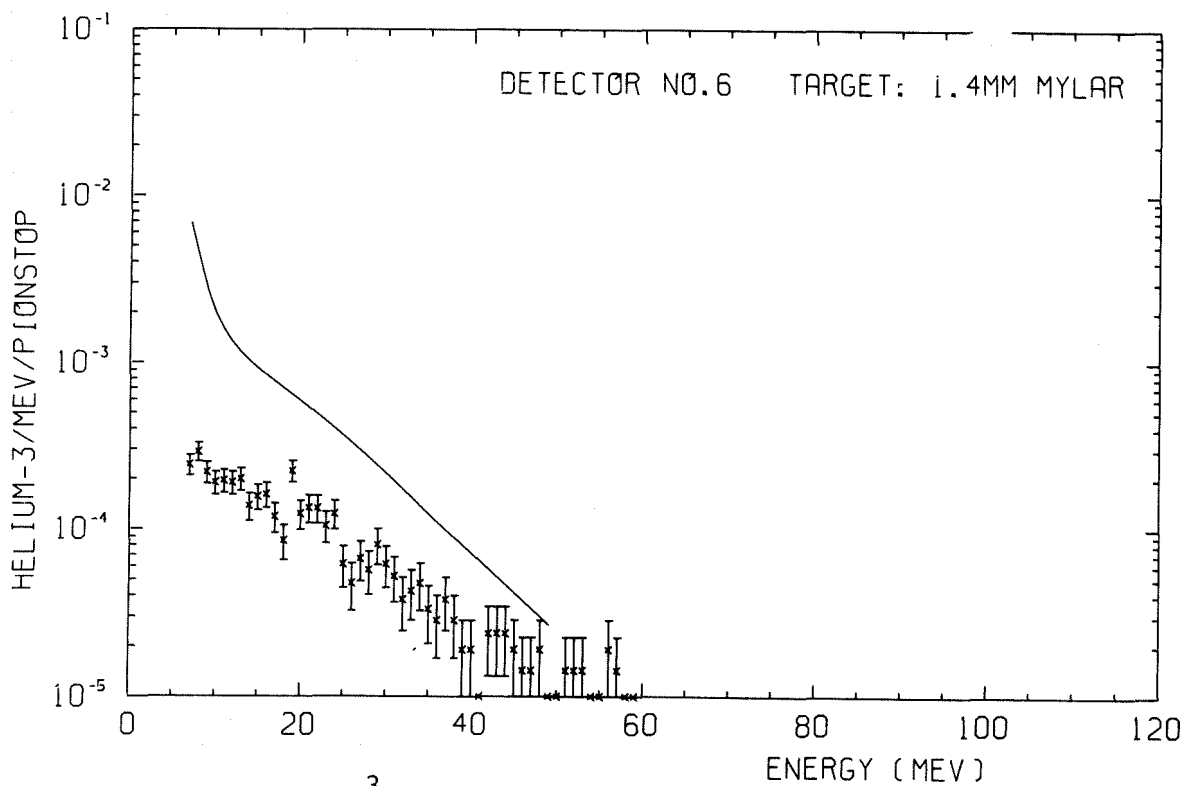
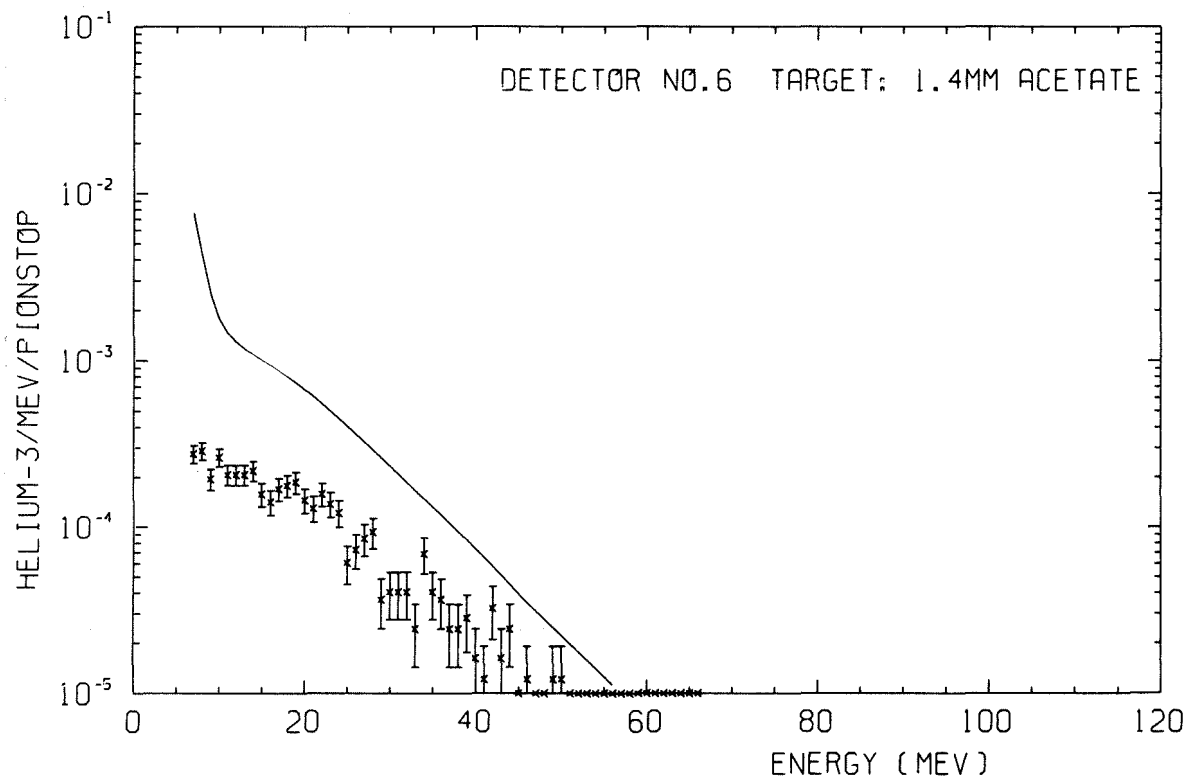


Abb.36: Gemessene  $^3\text{He}$ -Spektren und hieraus berechnete Produktionsspektren  
a) für 1.4 mm Zelluloseazetattarget und  
b) für 1.4 mm Hostaphantarget

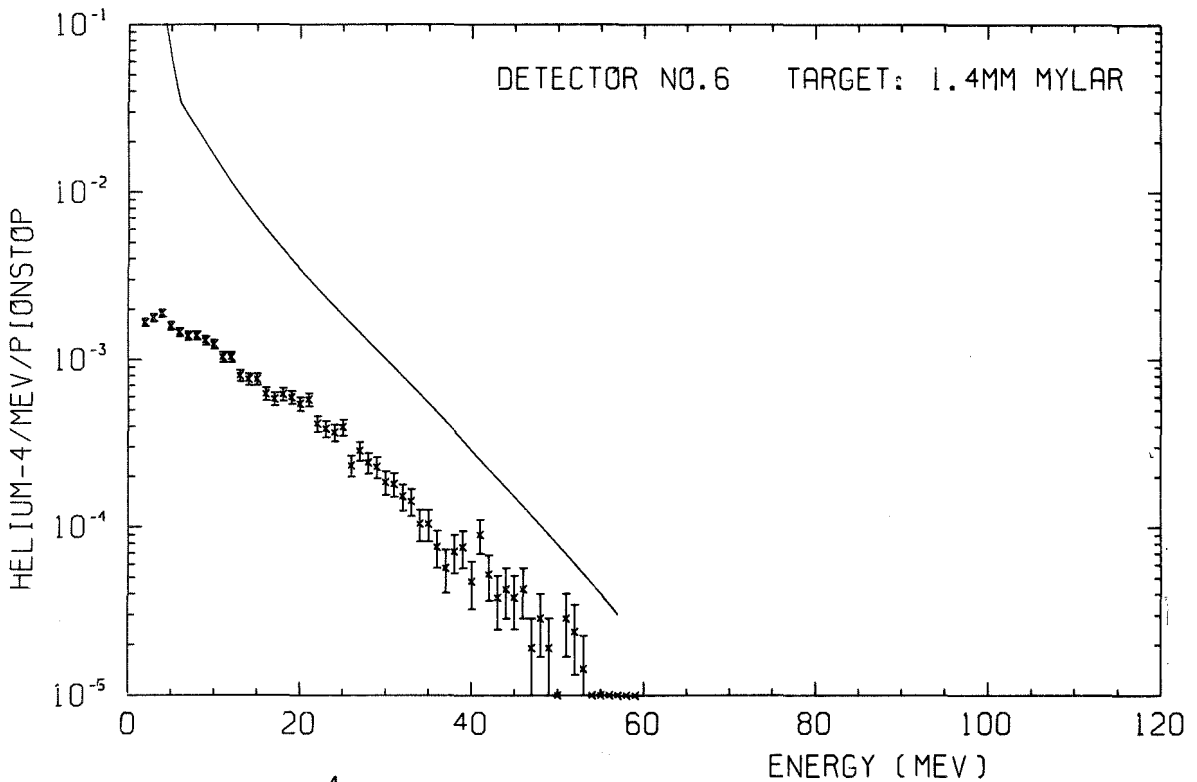
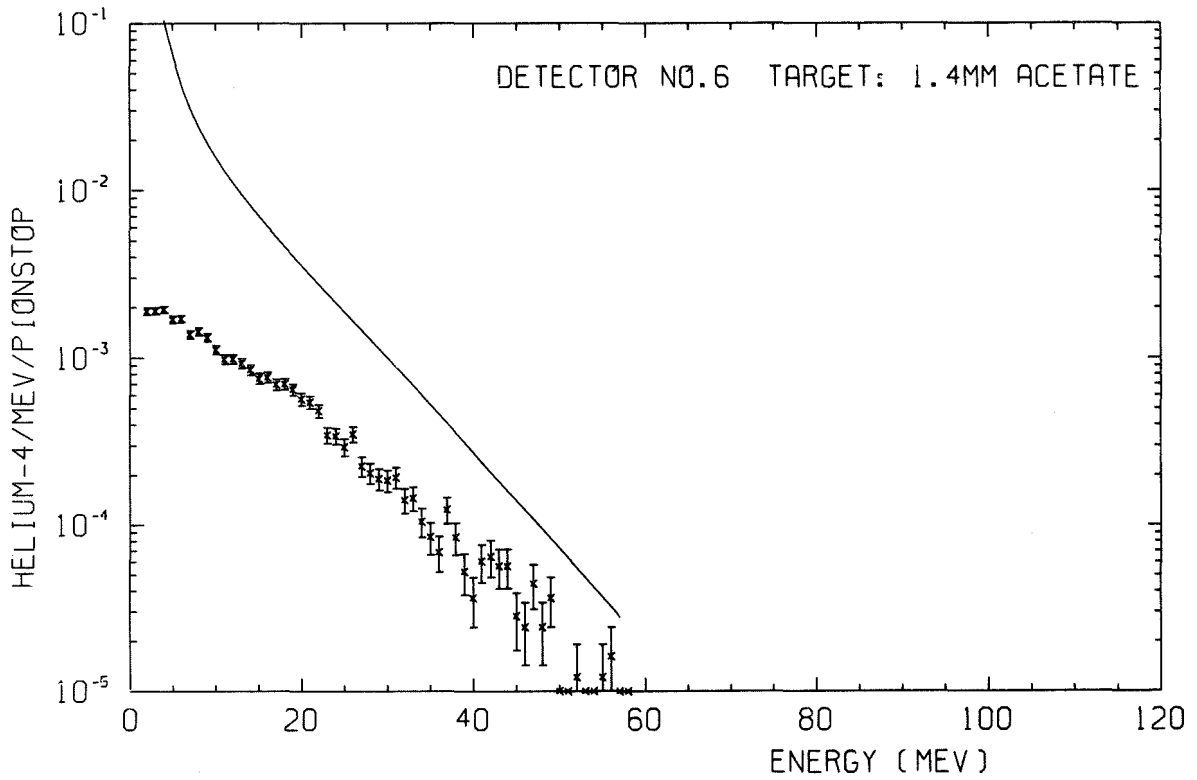


Abb.37: Gemessene  $^4\text{He}$ -Spektren und hieraus berechnete Produktionsspektren  
a) für 1.4 mm Zelluloseazetattarget und  
b) für 1.4 mm Hostaphantarget



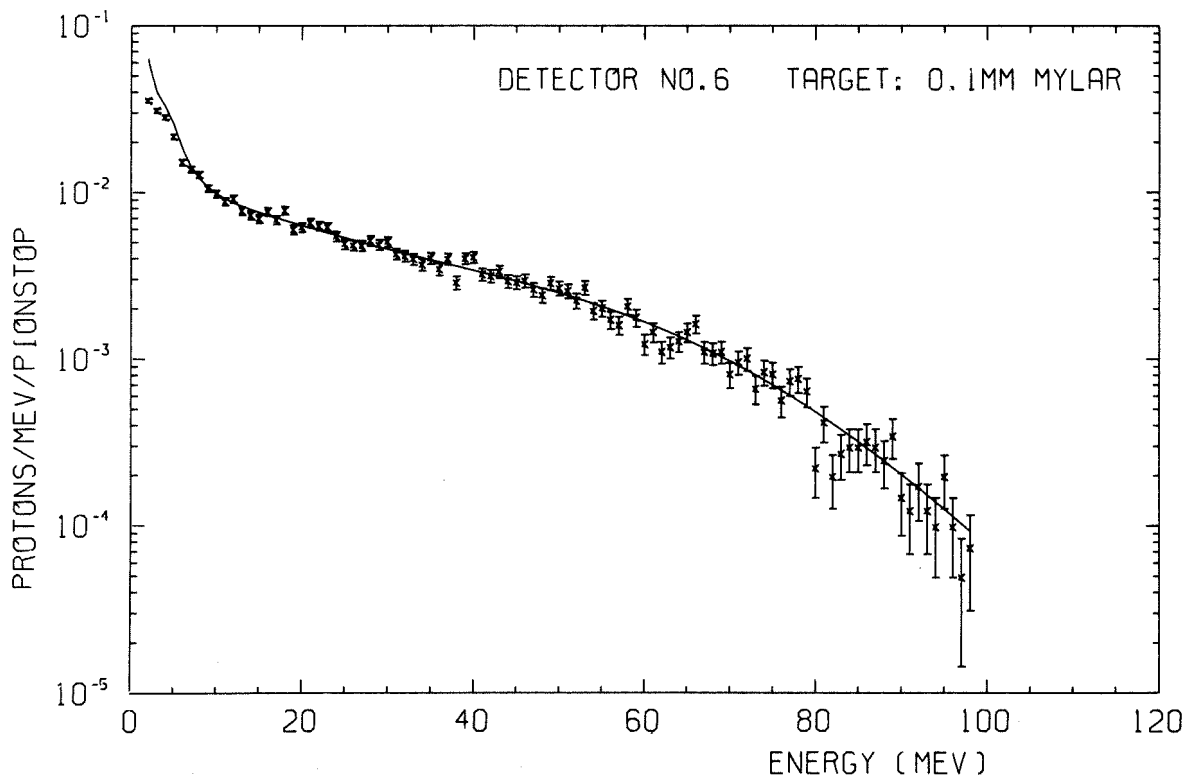
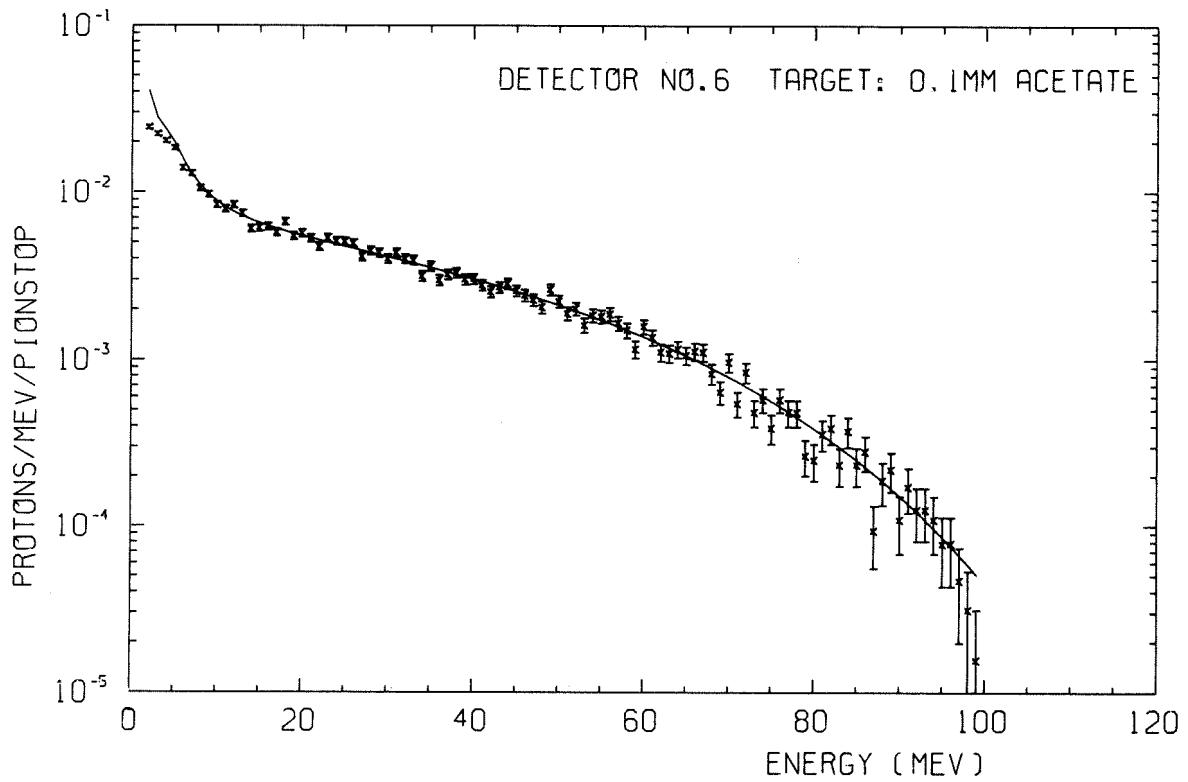


Abb.38: Gemessene Protonenspektren und hieraus berechnete Produktionsspektren  
a) für 0.1 mm Zelluloseazetattarget und  
b) für 0.1 mm Hostaphantarget

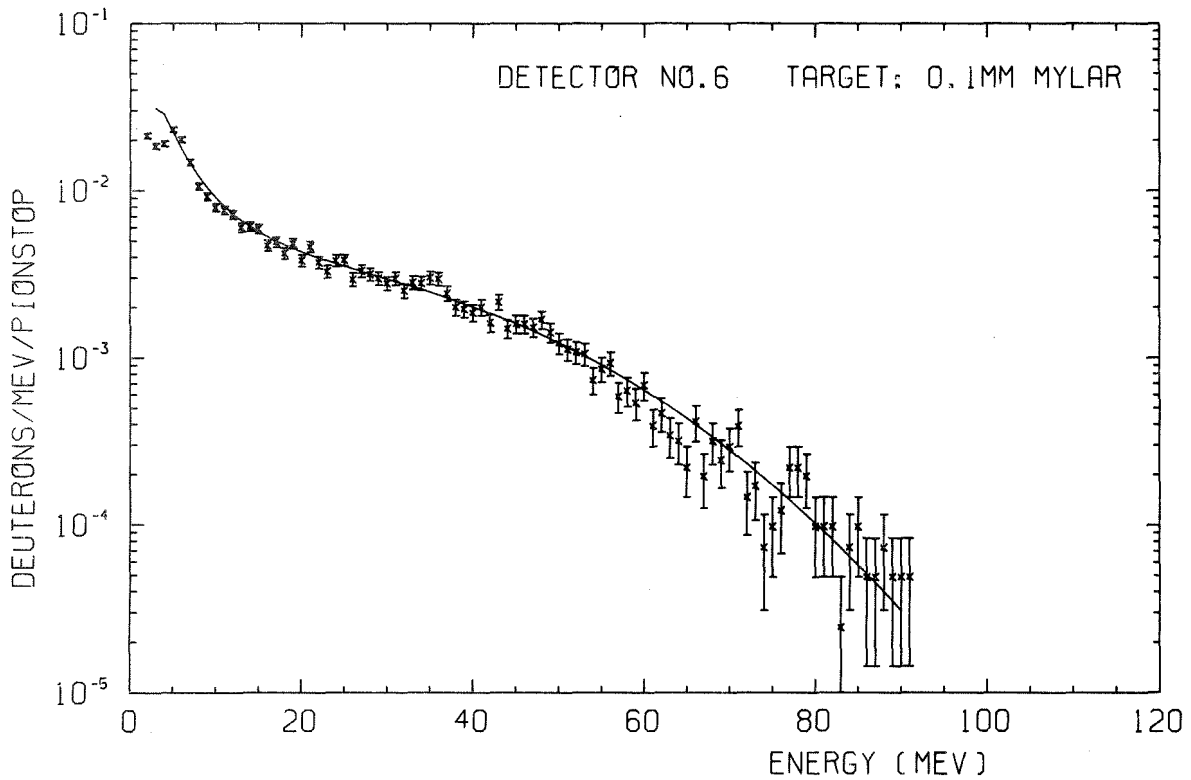
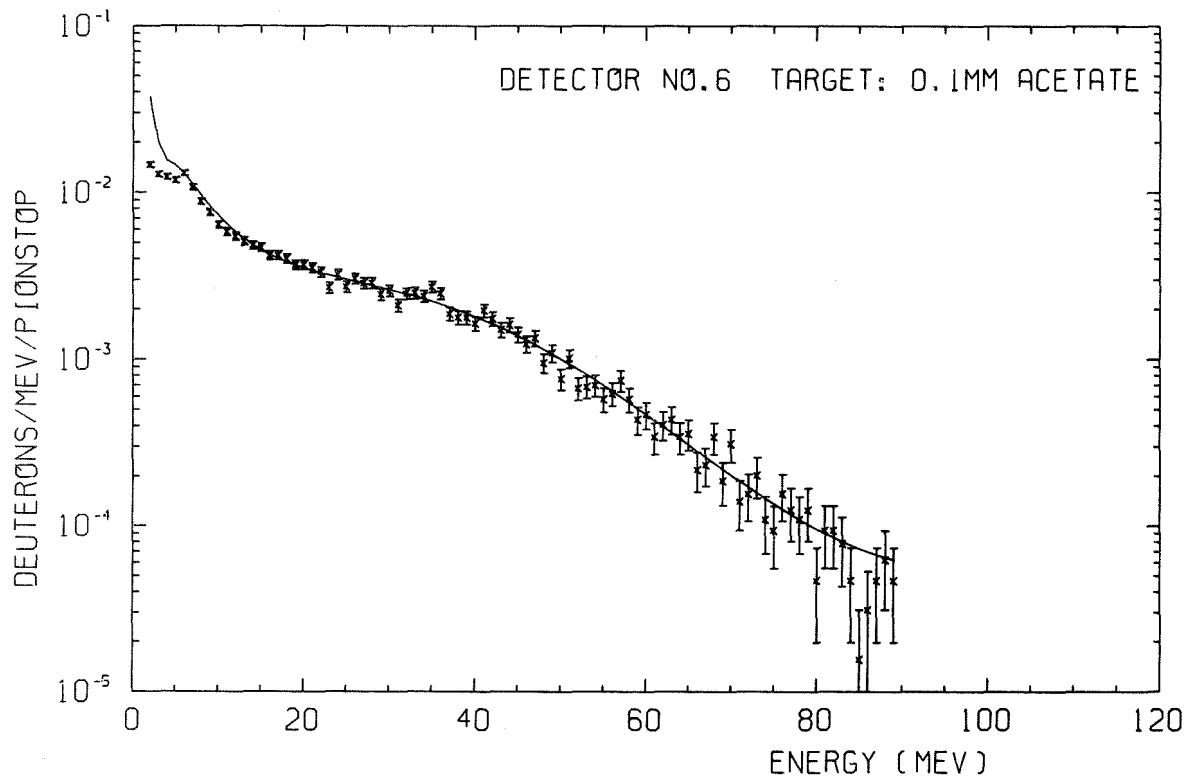
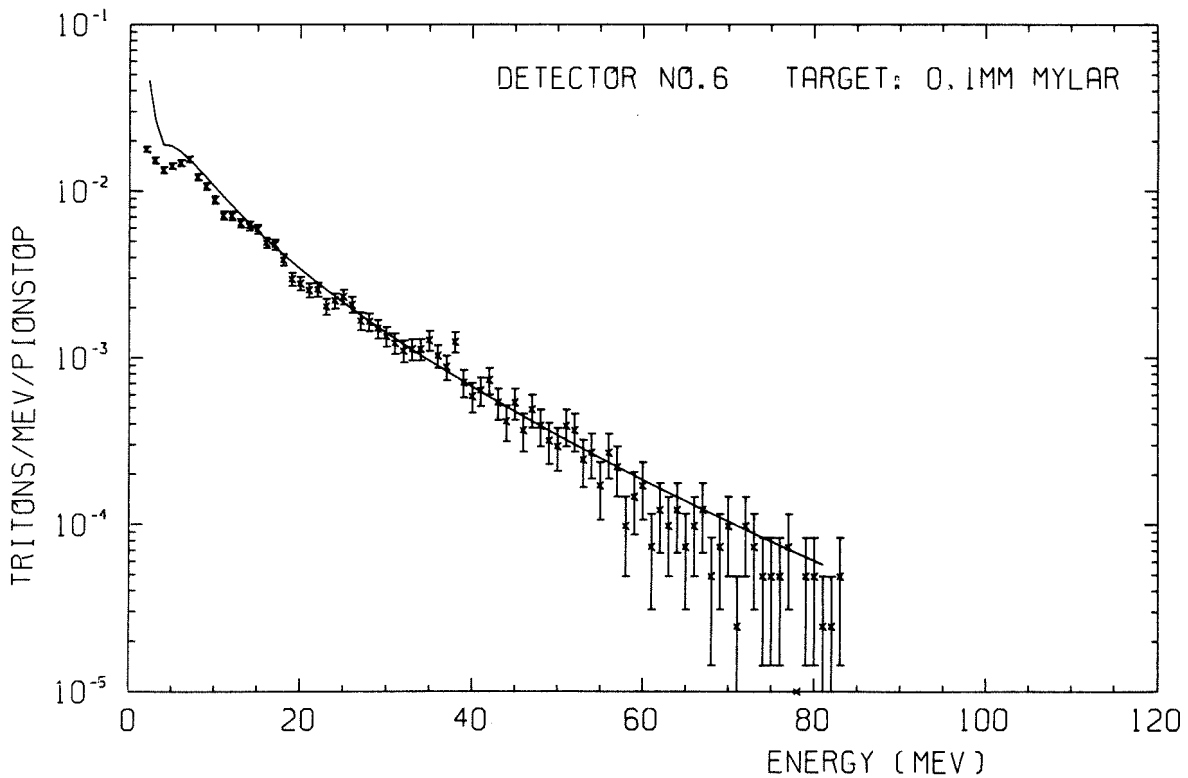
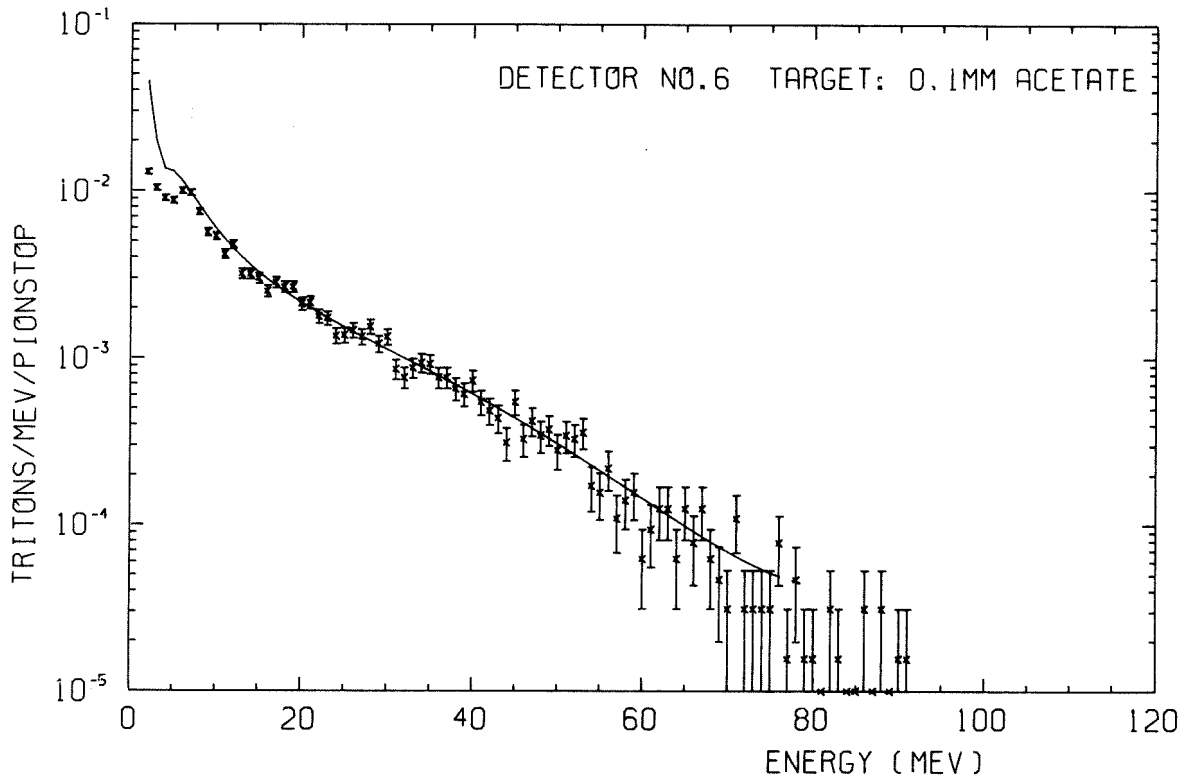


Abb.39: Gemessene Deuteronenspektren und hieraus berechnete Produktionsspektren  
a) für 0.1 mm Zelluloseazetattarget und  
b) für 0.1 mm Hostaphantarget



**Abb.40:** Gemessene Tritonenspektren und hieraus berechnete Produktionsspektren  
a) für 0.1 mm Zelluloseazetattarget und  
b) für 0.1 mm Mostaphantarget

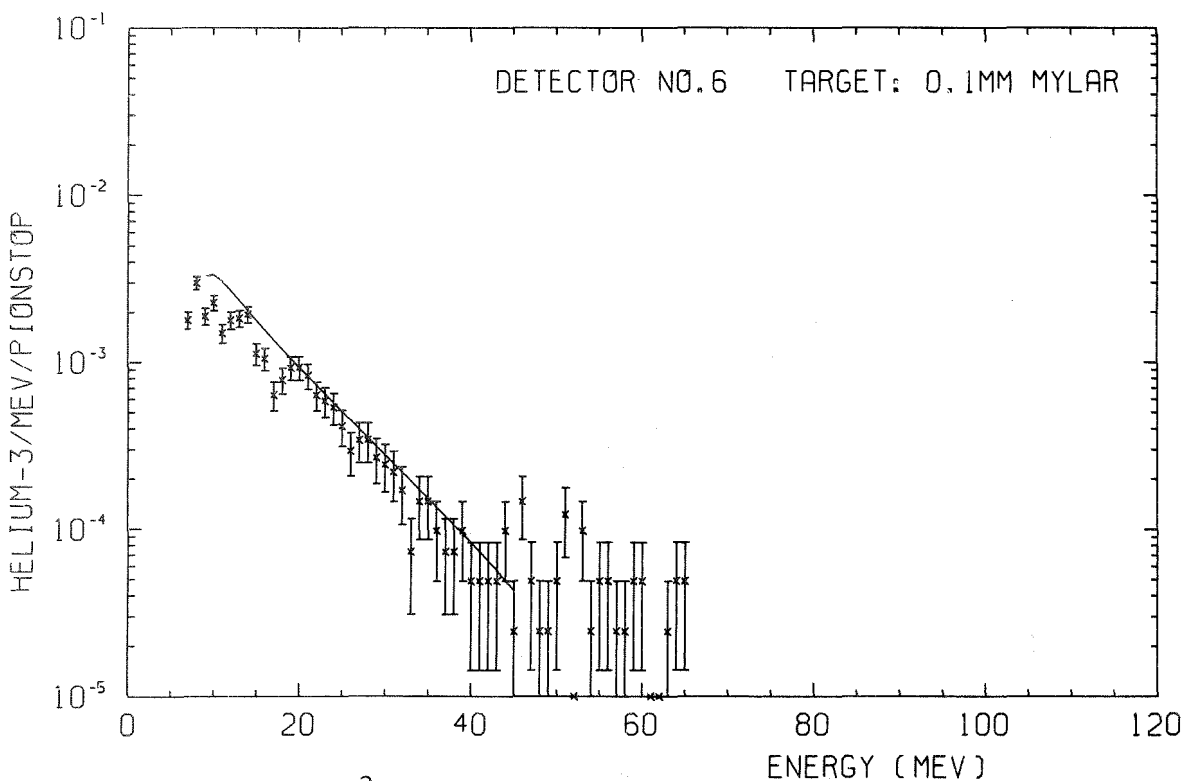
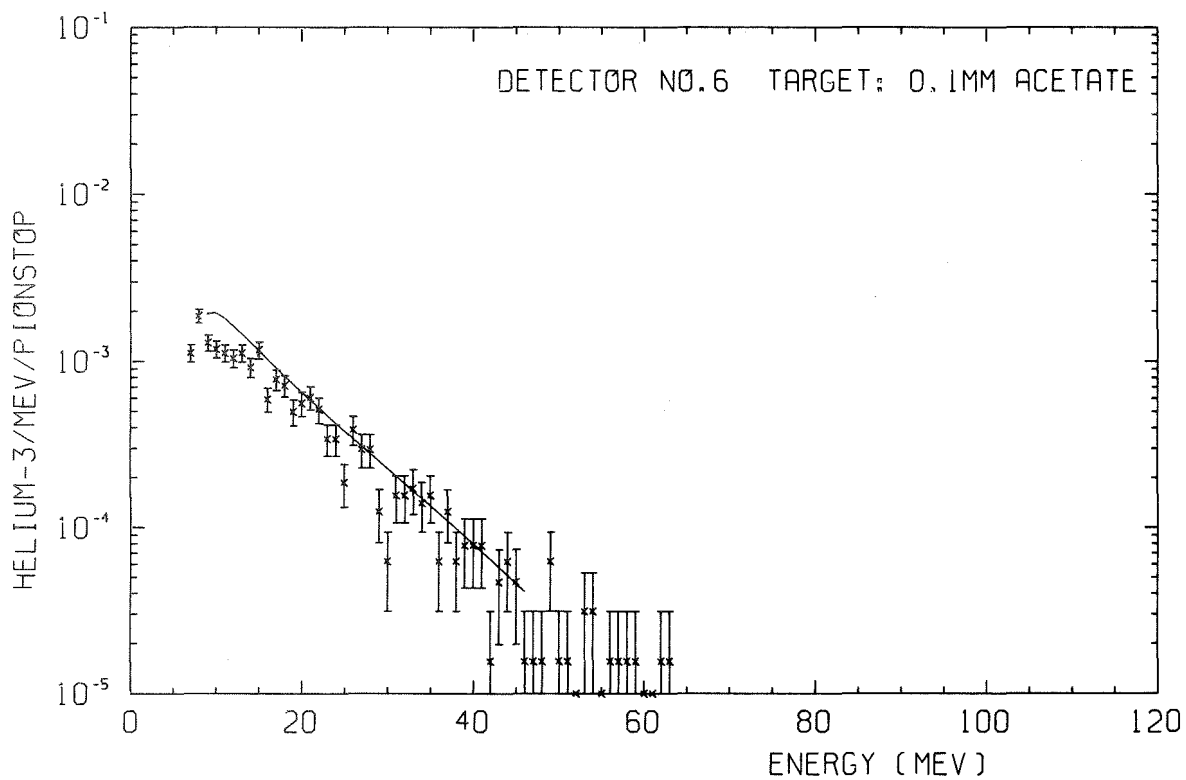


Abb.41: Gemessene  $^3\text{He}$ -Spektren und hieraus berechnete Produktionsspektren  
a) für 0.1 mm Zelluloseazetattarget und  
b) für 0.1 mm Hostaphantarget

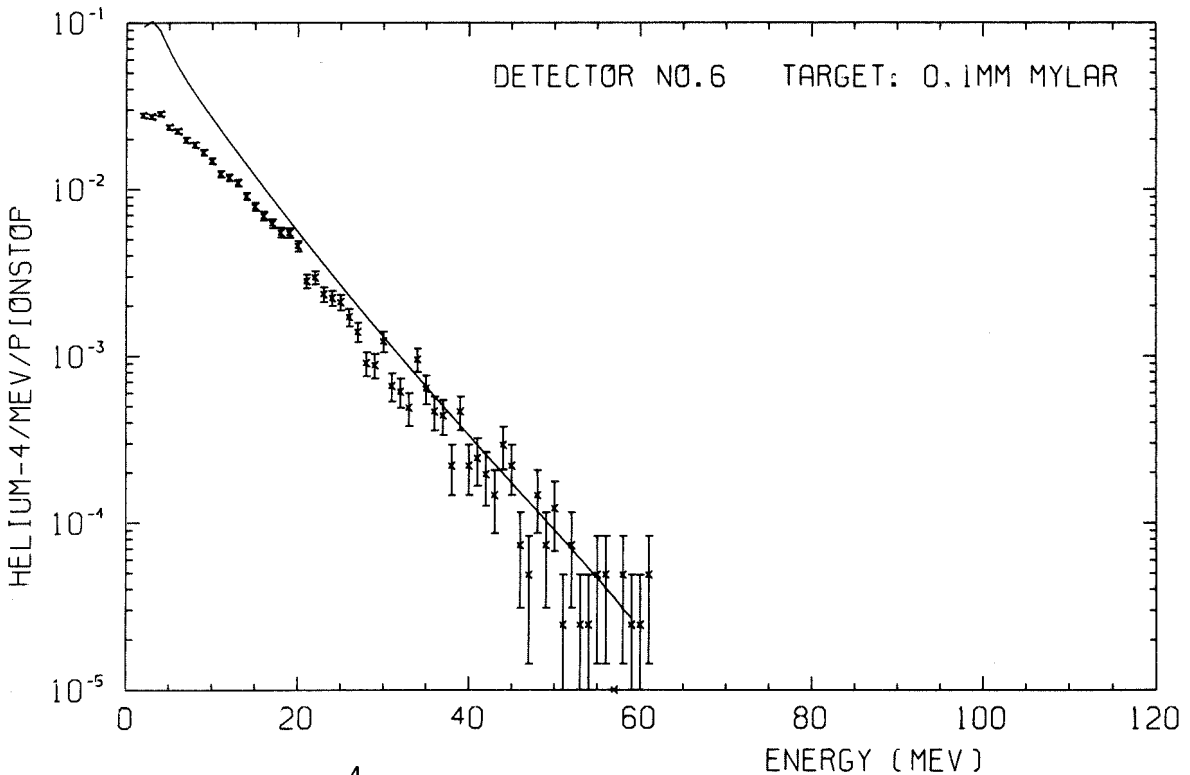
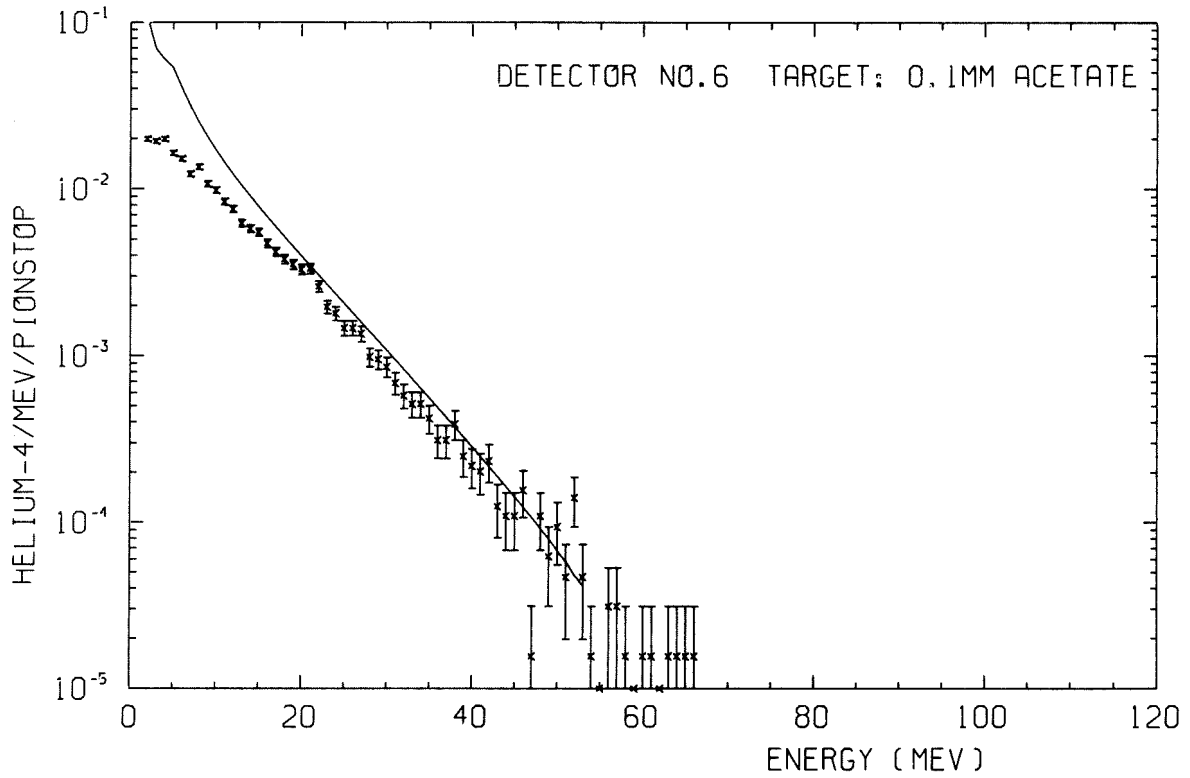


Abb.42: Gemessene  $^4\text{He}$ -Spektren und hieraus berechnete Produktionsspektren  
a) für 0.1 mm Zelluloseazetattarget und  
b) für 0.1 mm Hostaphantarget

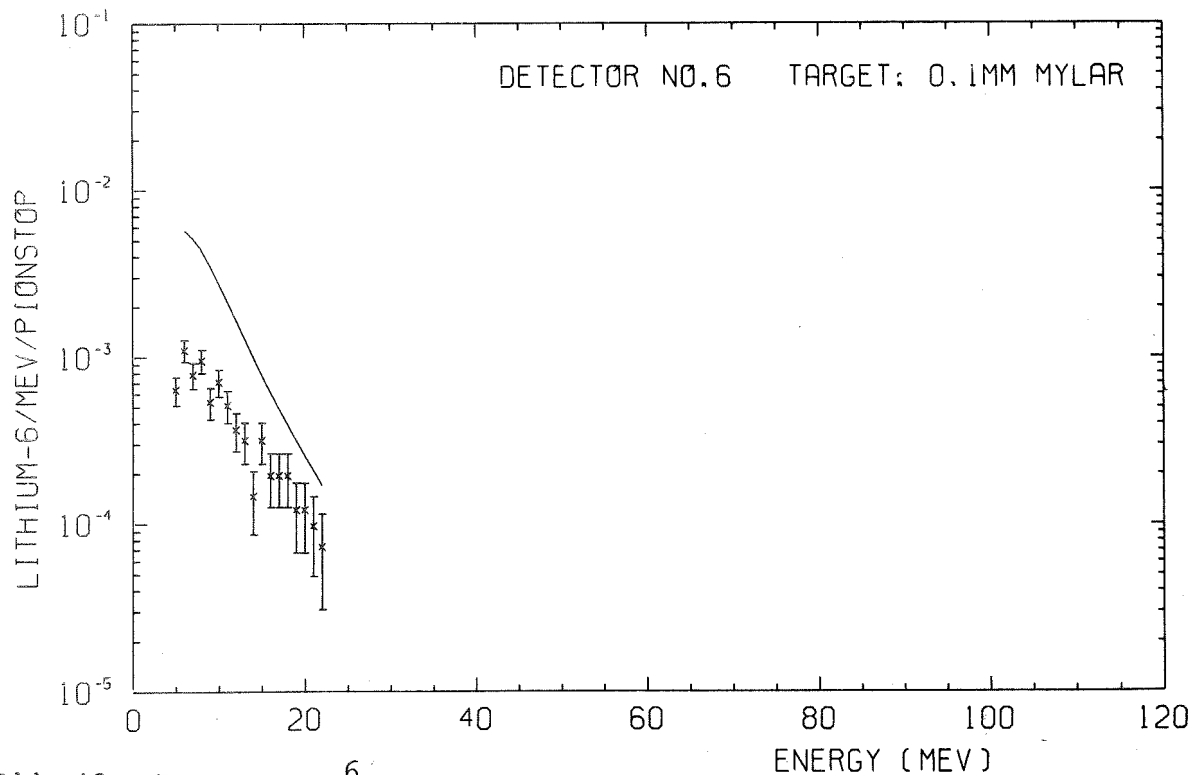
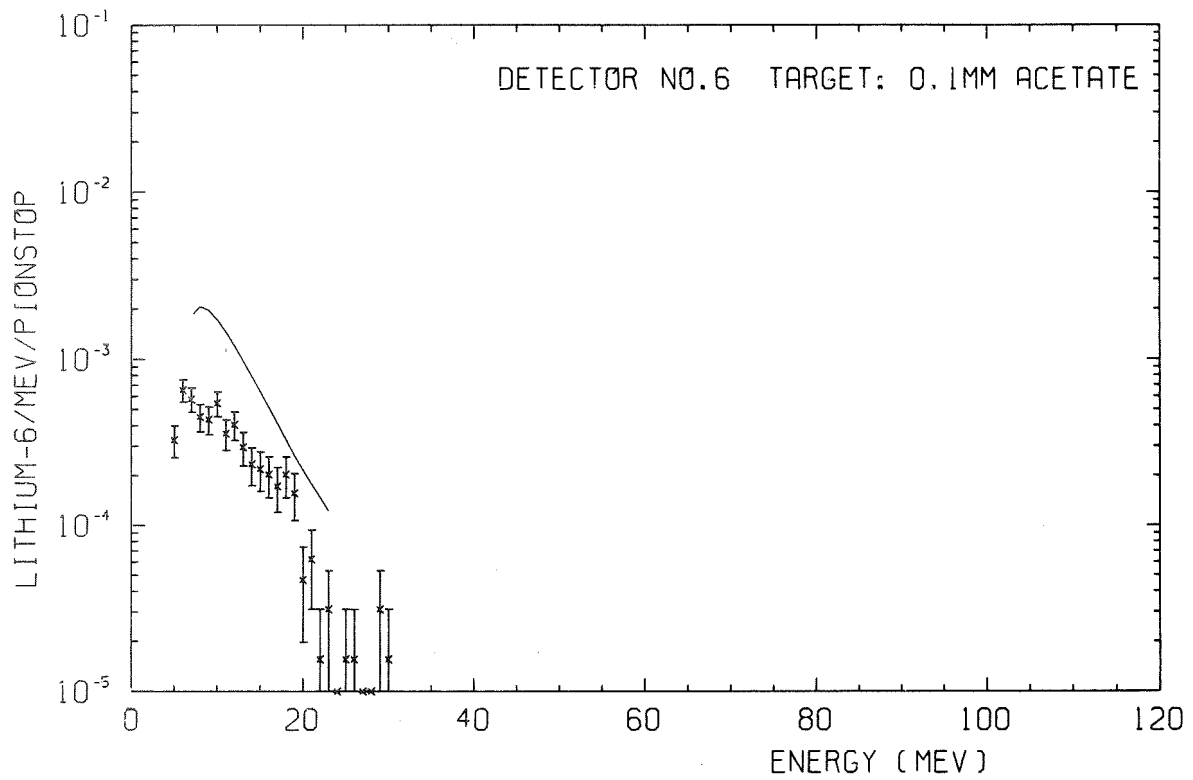


Abb.43: Gemessene  ${}^6\text{Li}$ -Spektren und hieraus berechnete Produktionsspektren  
a) für 0.1 mm Zelluloseazetattarget und  
b) für 0.1 mm Hostaphantarget

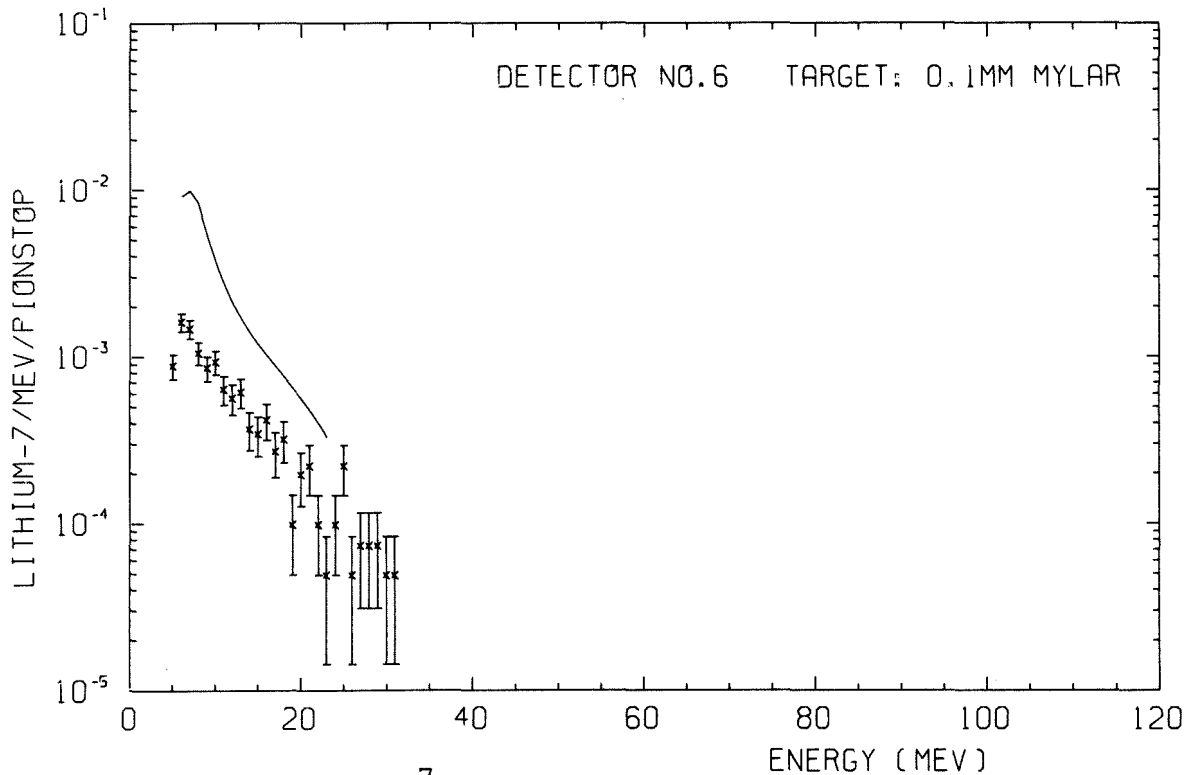
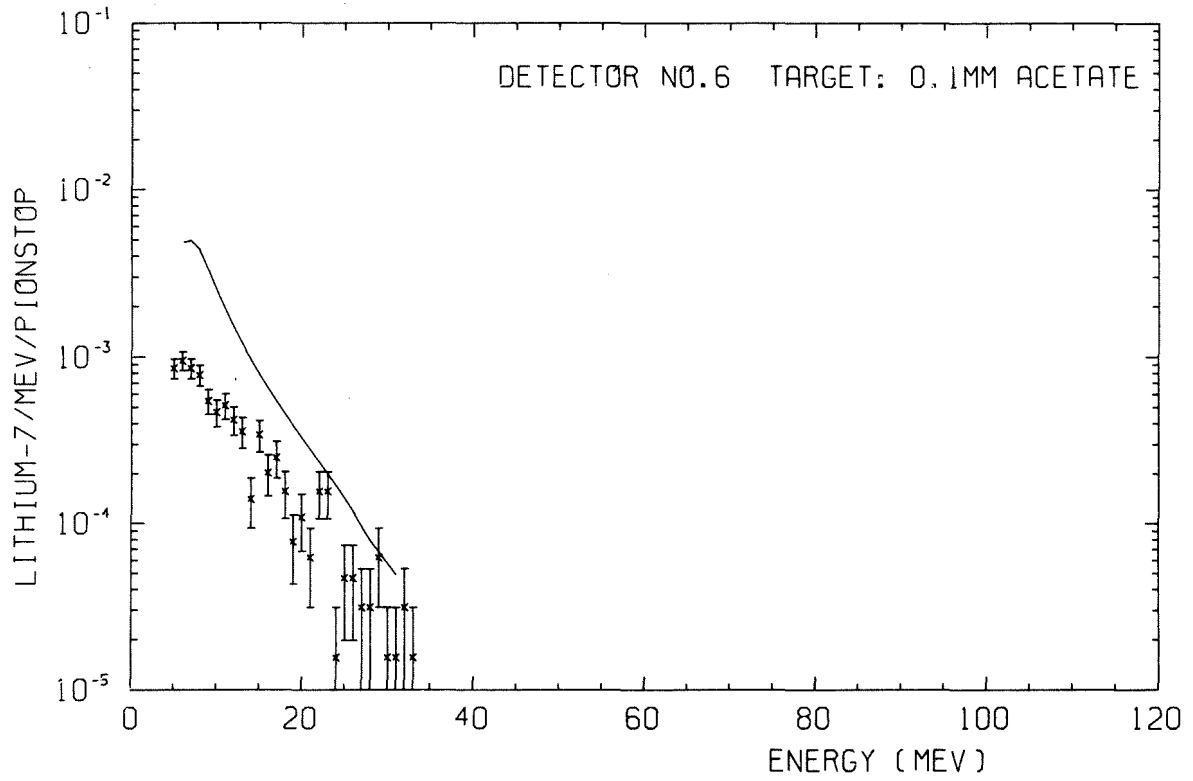


Abb.44: Gemessene  ${}^7\text{Li}$ -Spektren und hieraus berechnete Produktionsspektren  
a) für 0.1 mm Zelluloseazetattarget und  
b) für 0.1 mm Hostaphantarget

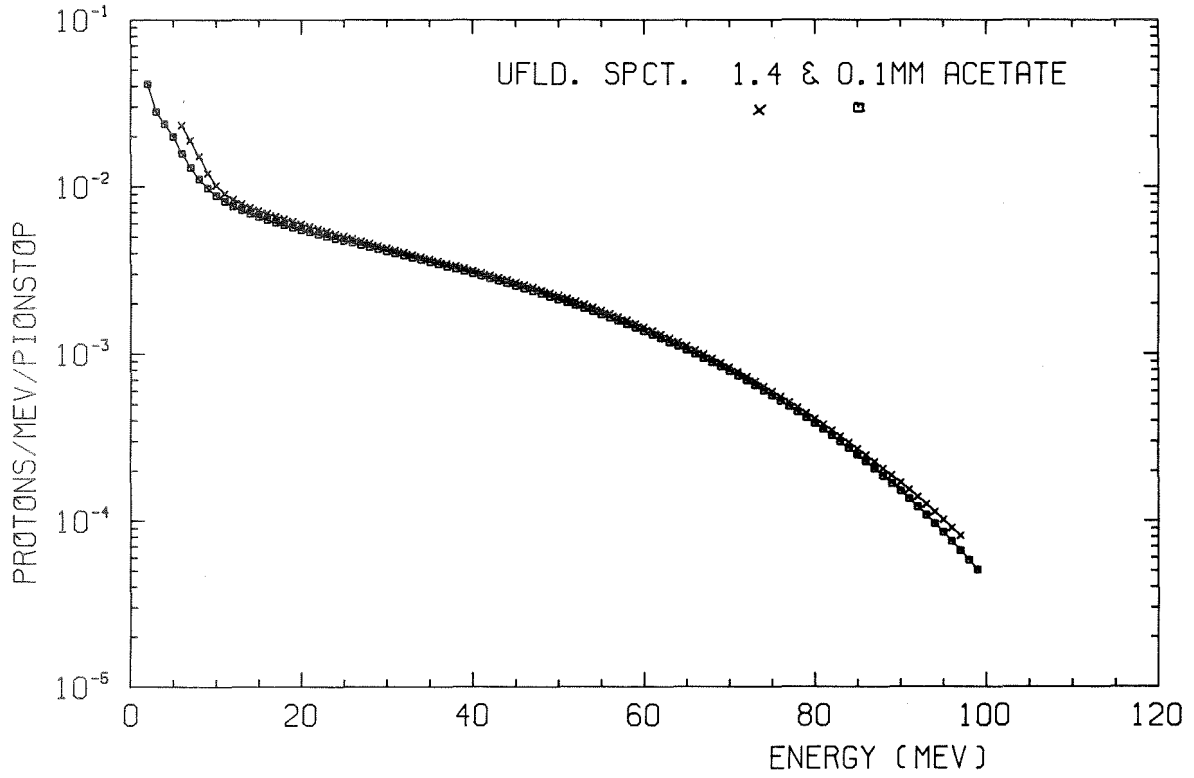


Abb. 45a:

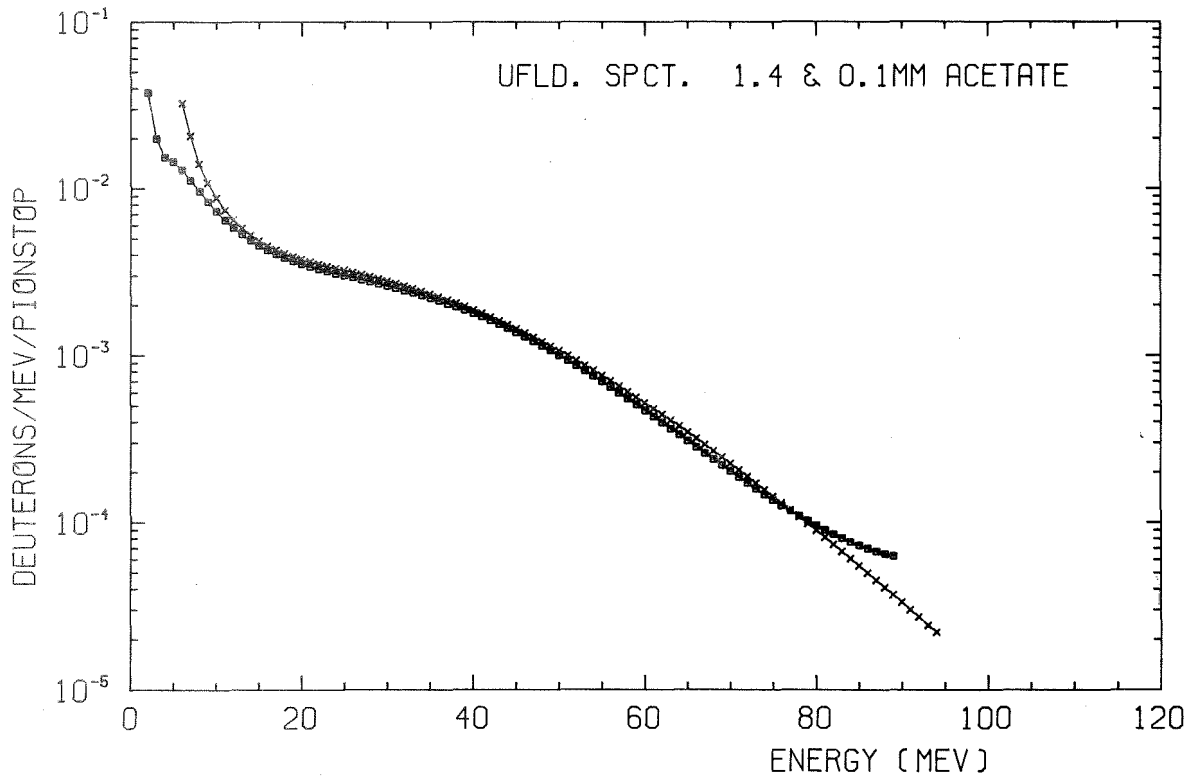


Abb. 45b:



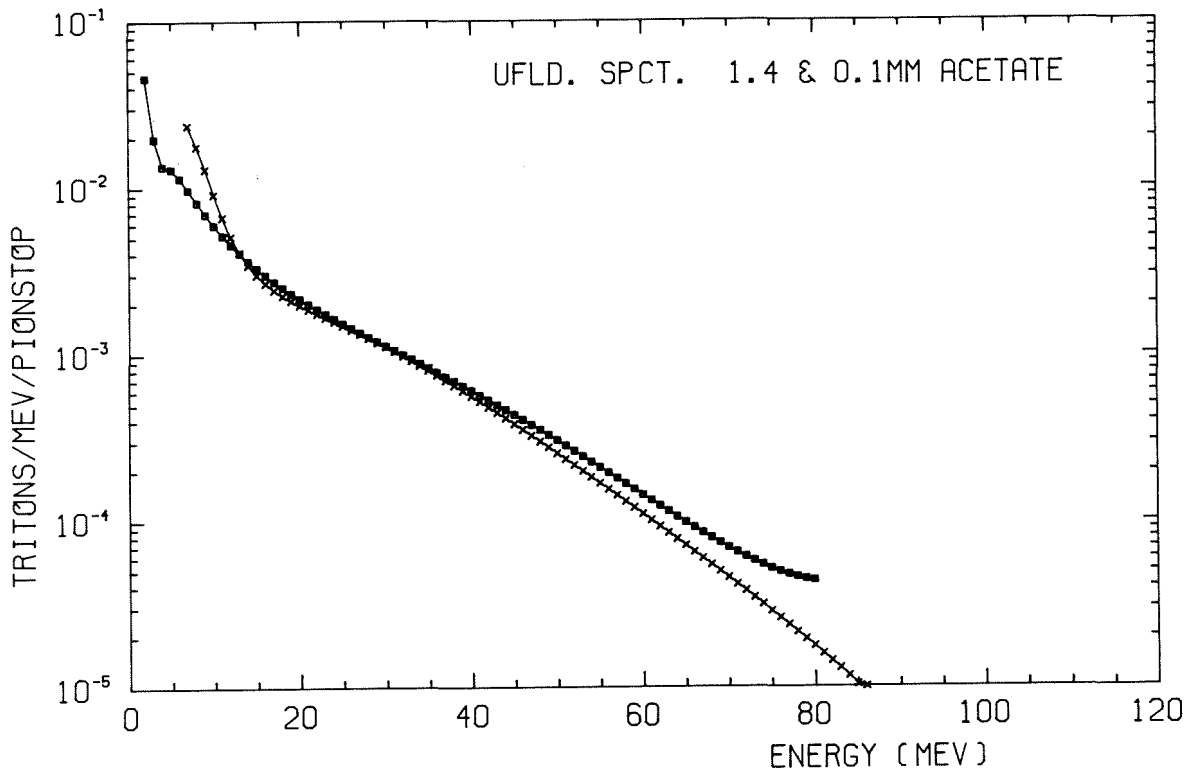


Abb. 45c:

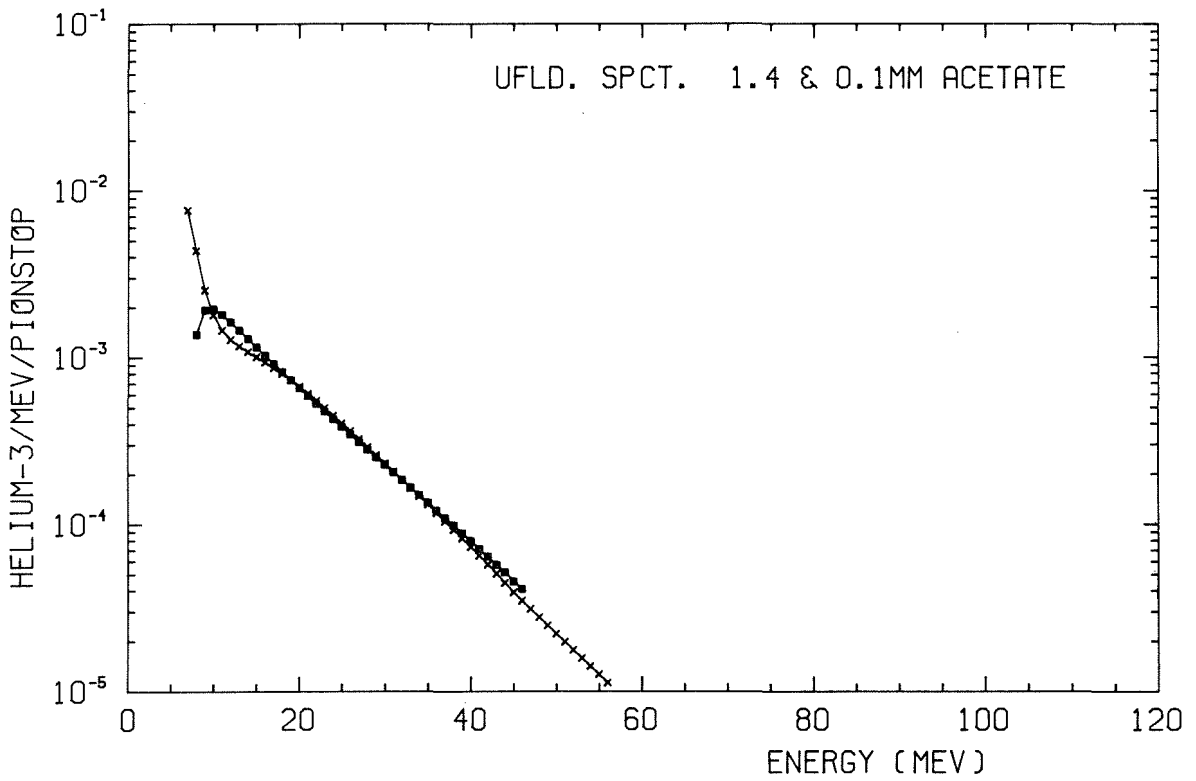


Abb. 45d:

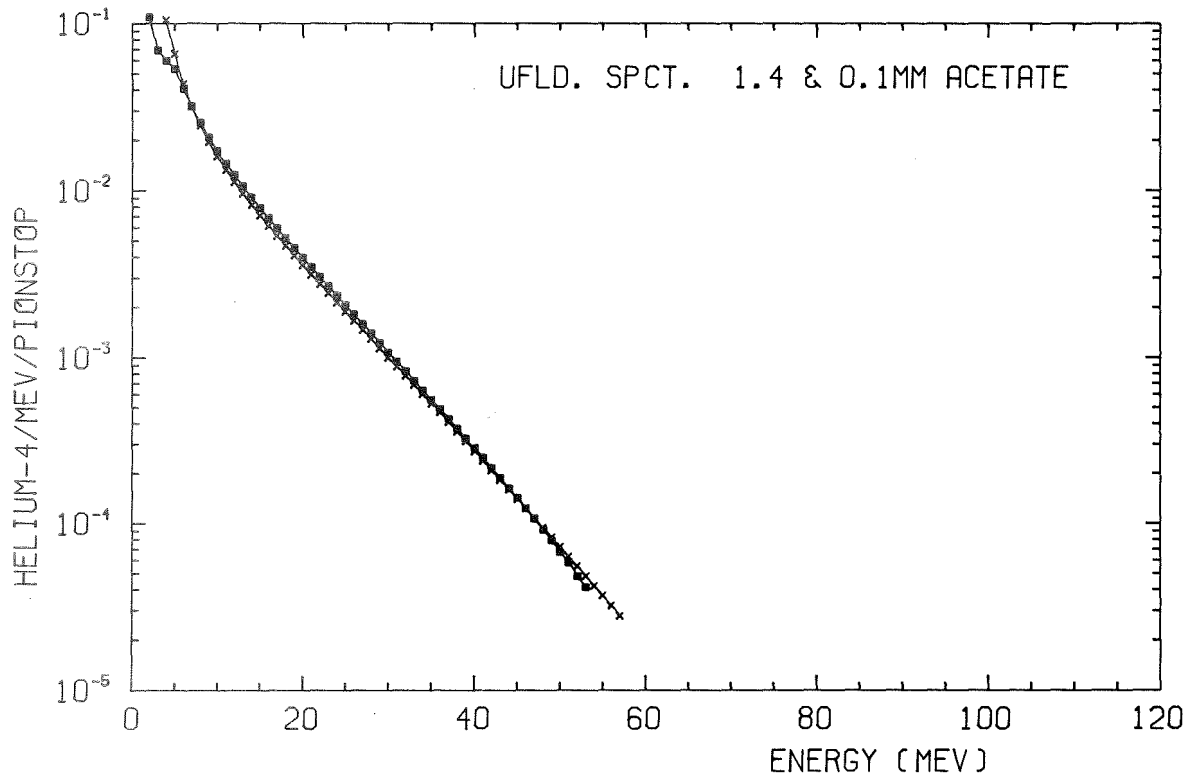


Abb.45e:

Abb.45a-e: Vergleich der aus den Meßspektren (0.1 und 1.4 mm Zelluloseazetat) berechneten Produktionsspektren a) Protonen; b) Deuteronen; c) Tritonen; d)  $^3\text{He}$  und e)  $^4\text{He}$

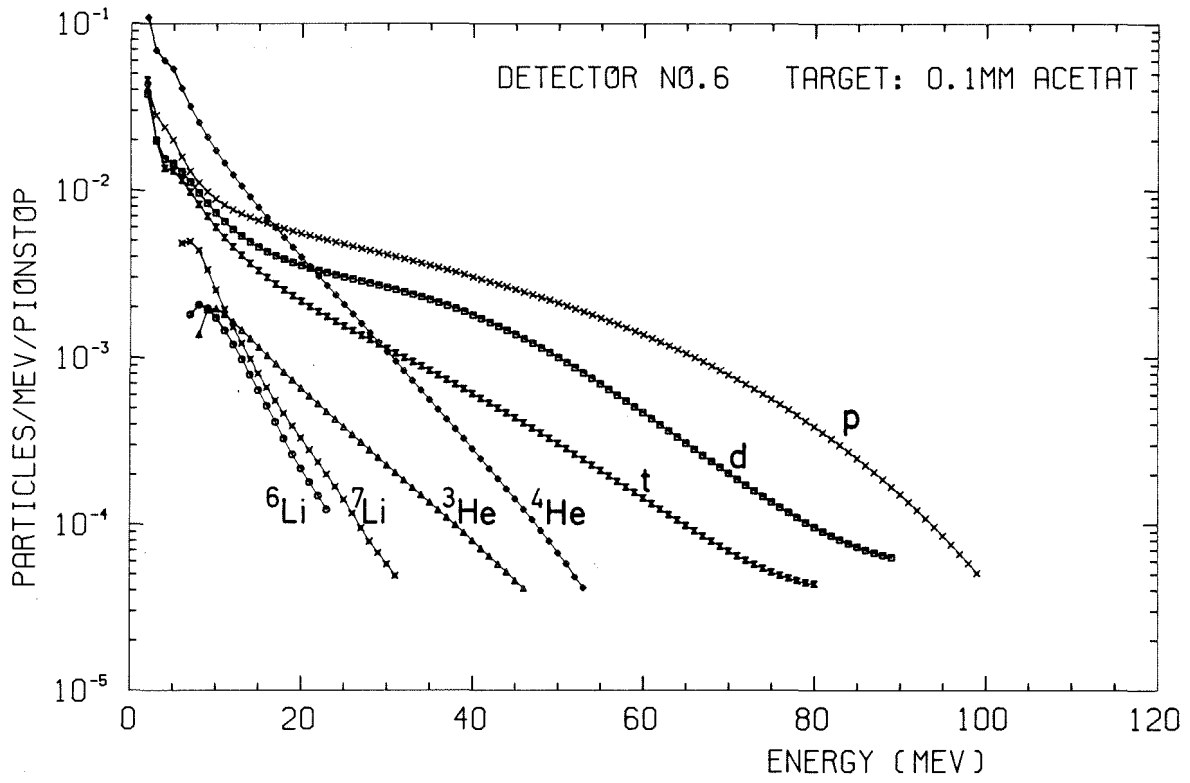


Abb. 46a:

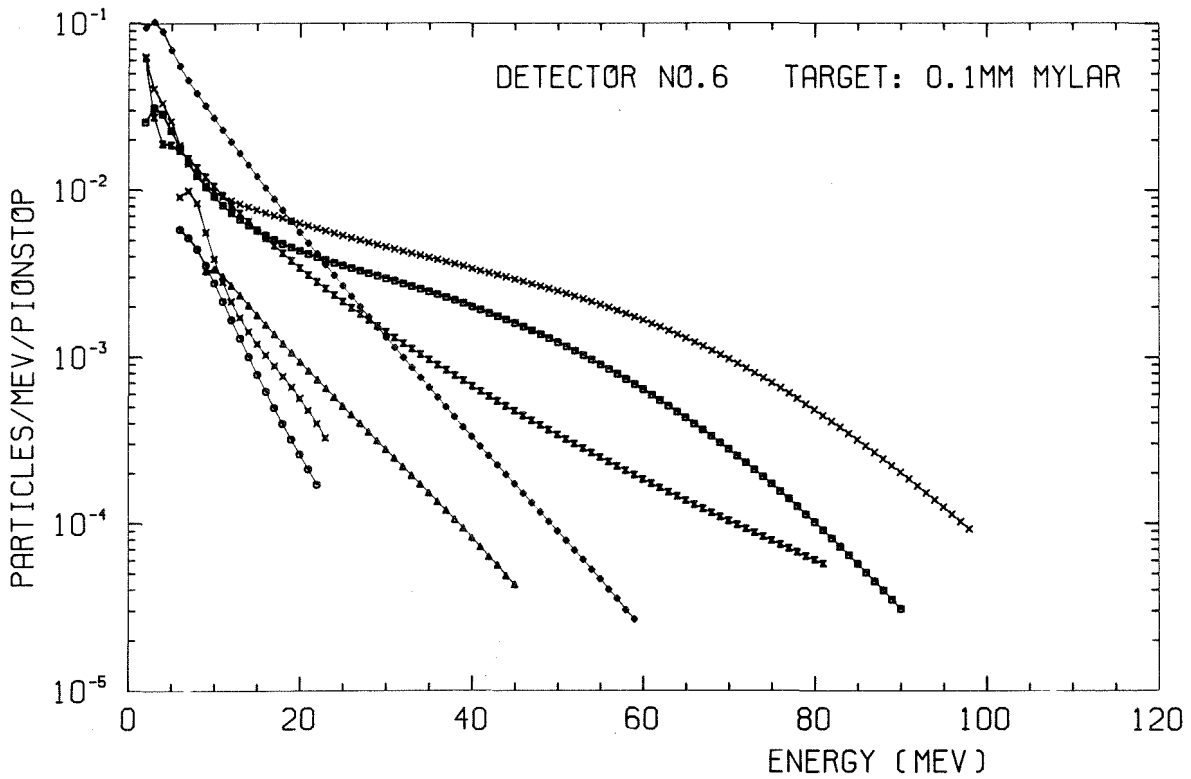


Abb. 46b:

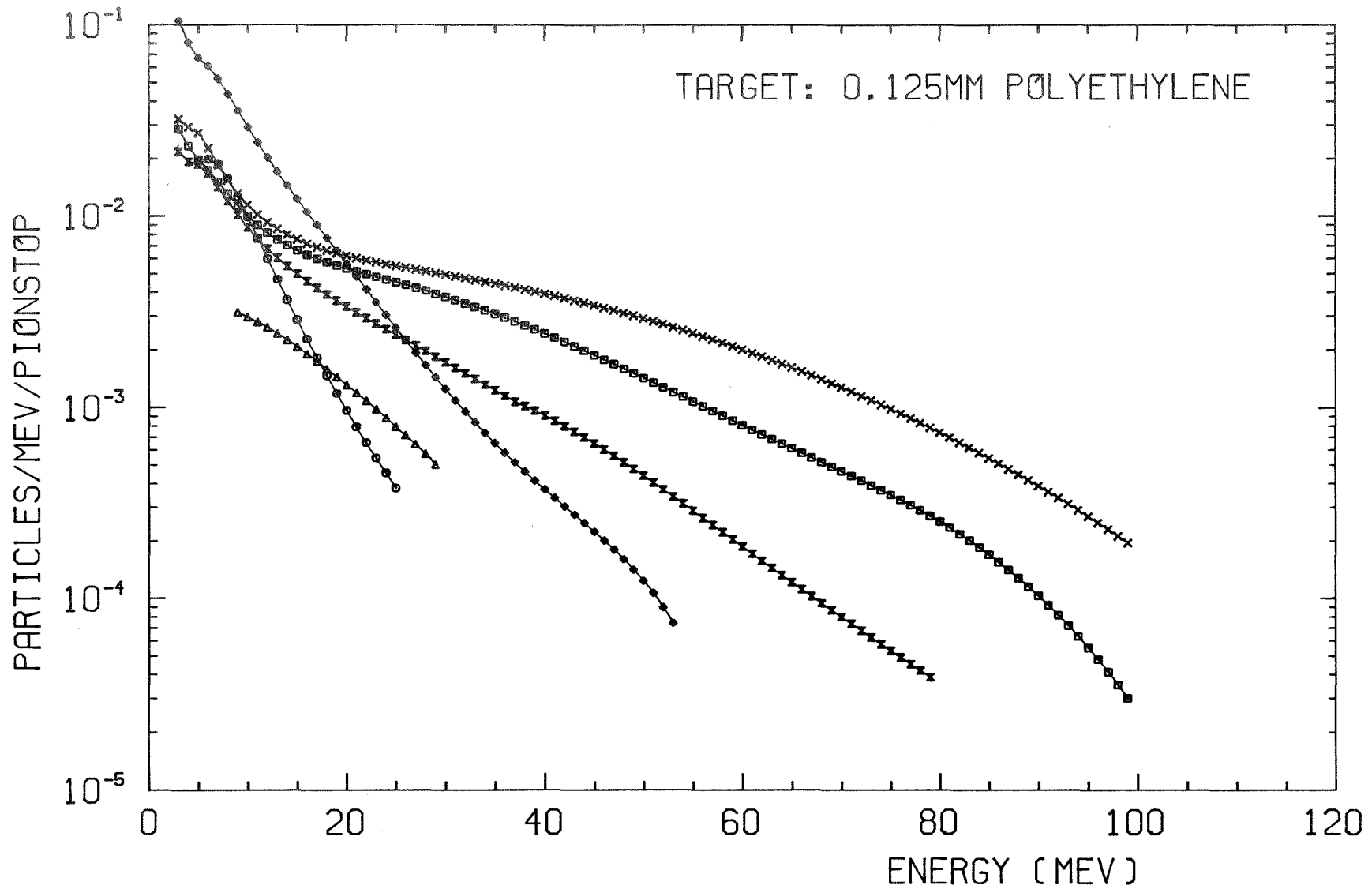


Abb. 46c:

Abb.46: Die aus den Daten der 0.1 mm Targets berechneten Produktionsspektren für  
 a) Zelluloseazetat; b) Hostaphan; c) Polyäthylen (Mechtersheimer<sup>7</sup>)

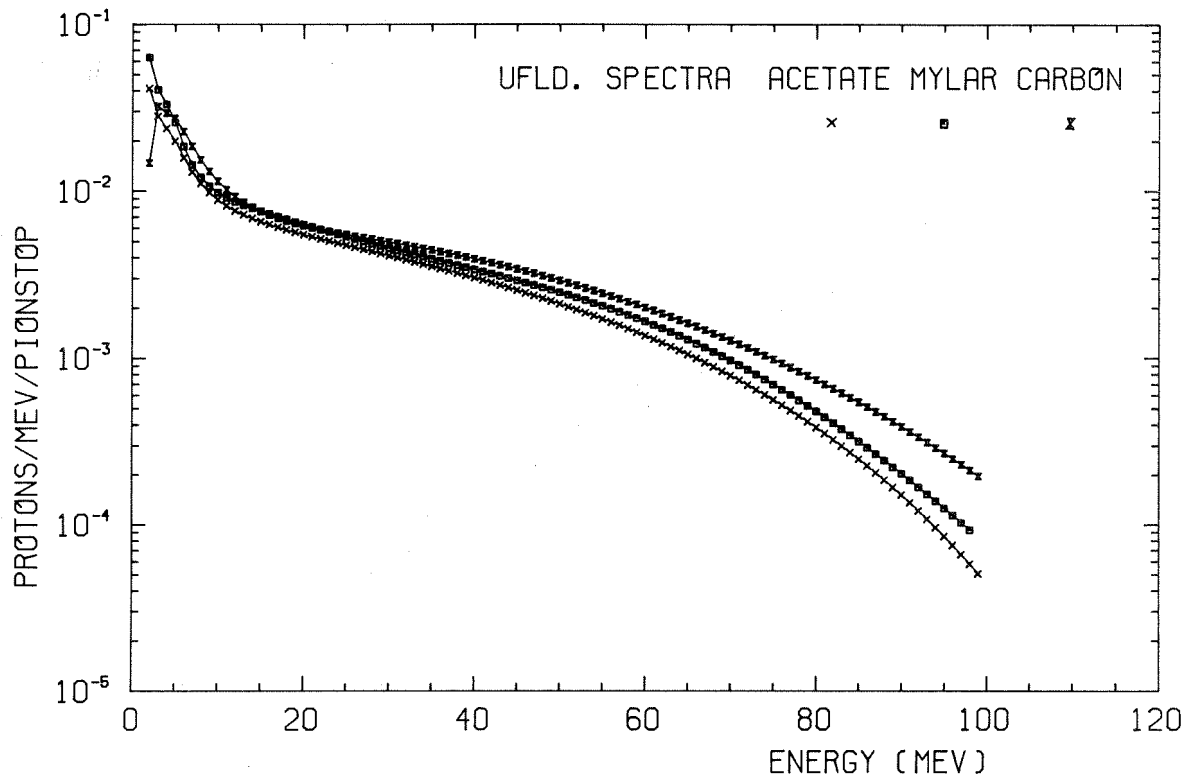


Abb.47: Vergleich der Protonen-Produktionsspektren für verschiedenen Sauerstoffgehalt des Targets

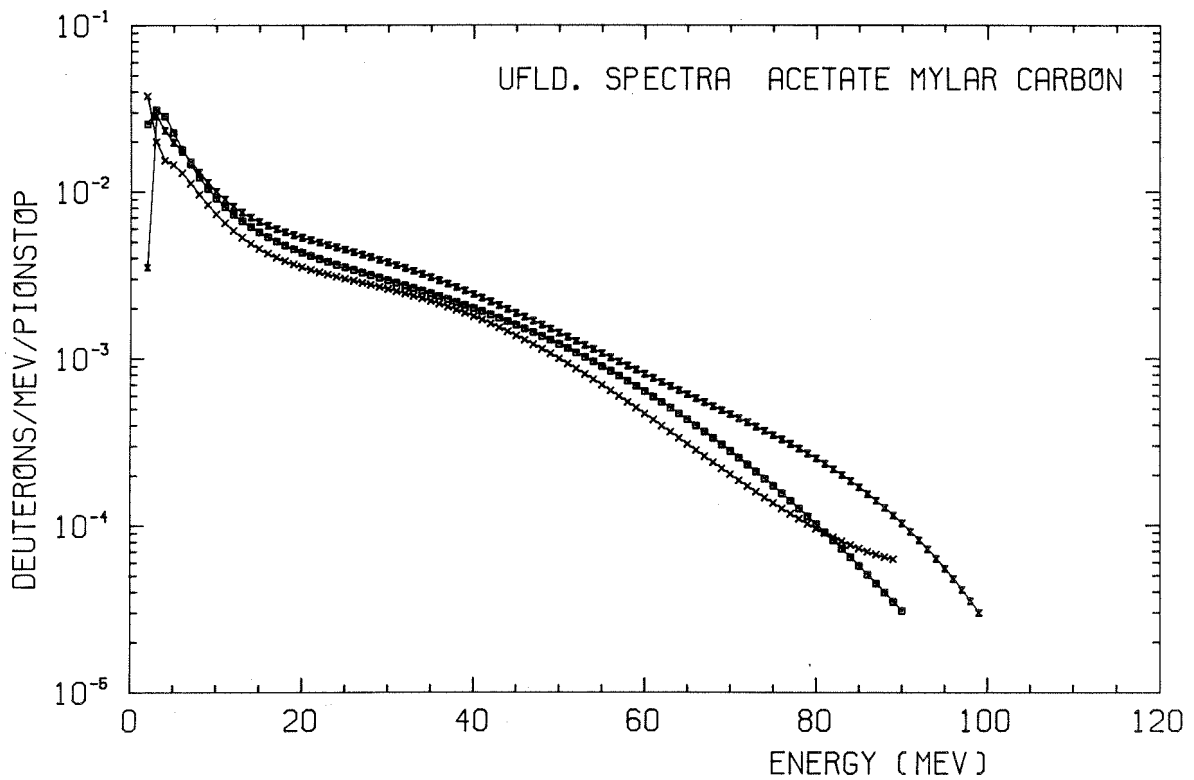


Abb.48: Vergleich der Deuteronen-Produktionsspektren für verschiedenen Sauerstoffgehalt des Targets

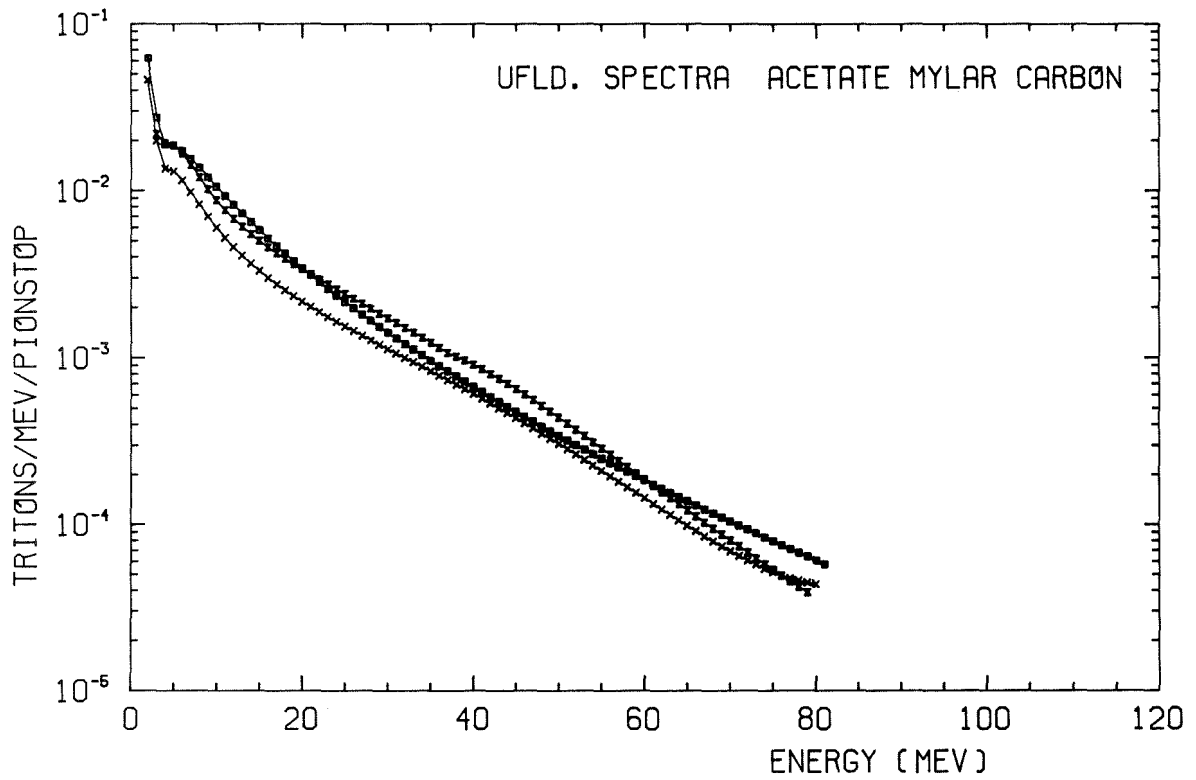


Abb. 49: Vergleich der Tritonen-Produktionsspektren für verschiedenen Sauerstoffgehalt des Targets

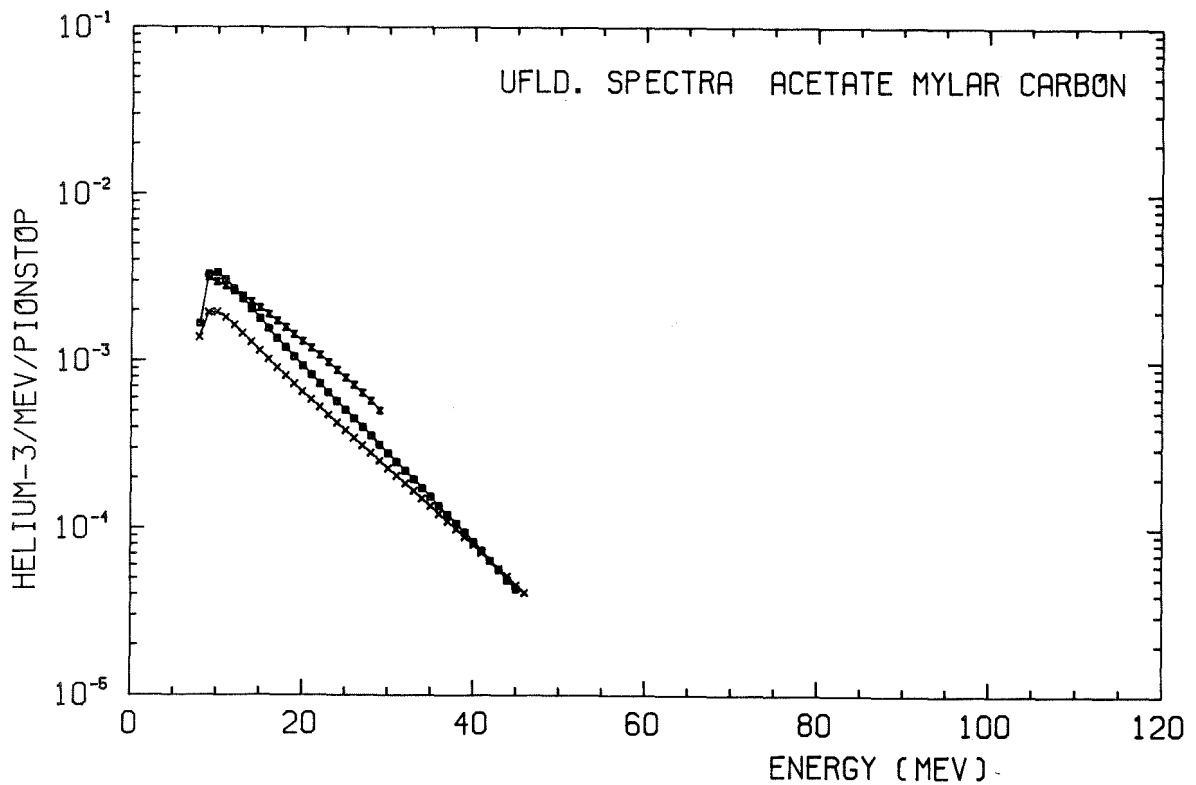


Abb. 50: Vergleich der  $^3\text{He}$ -Produktionsspektren für verschiedenen Sauerstoffgehalt des Targets

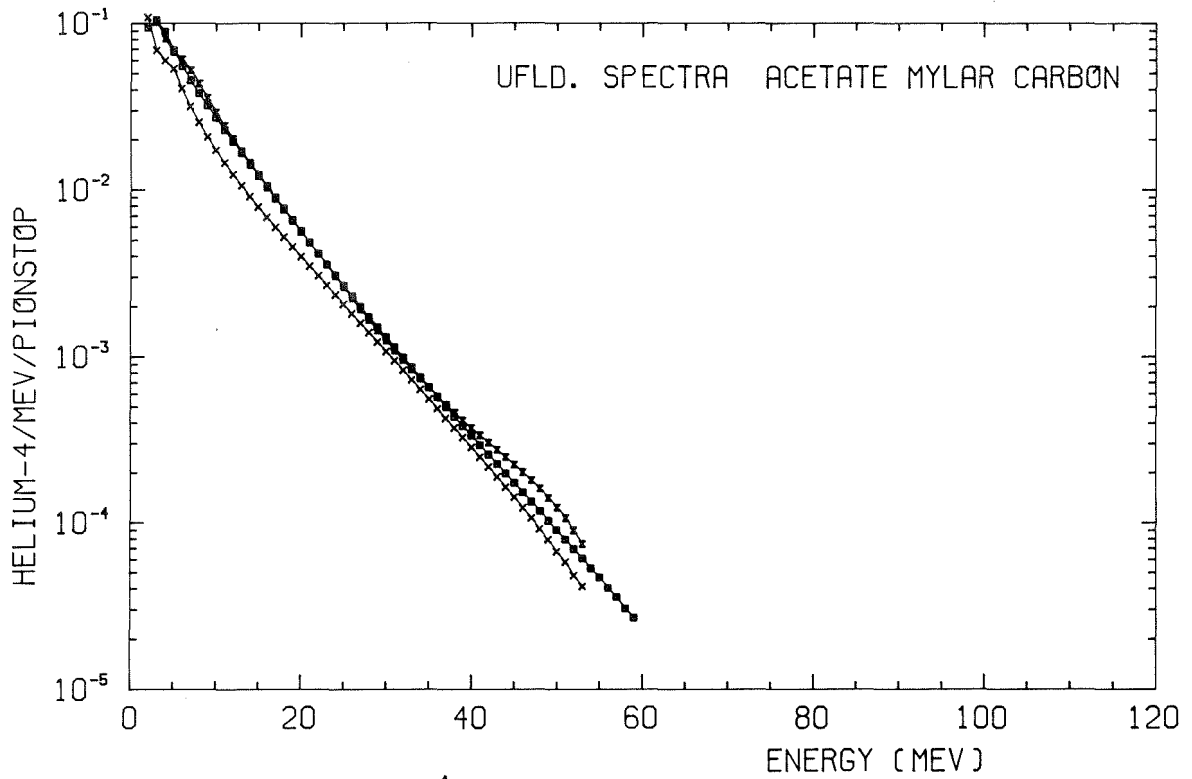


Abb.51: Vergleich der <sup>4</sup>He-Produktionsspektren für verschiedenen Sauerstoffgehalt des Targets

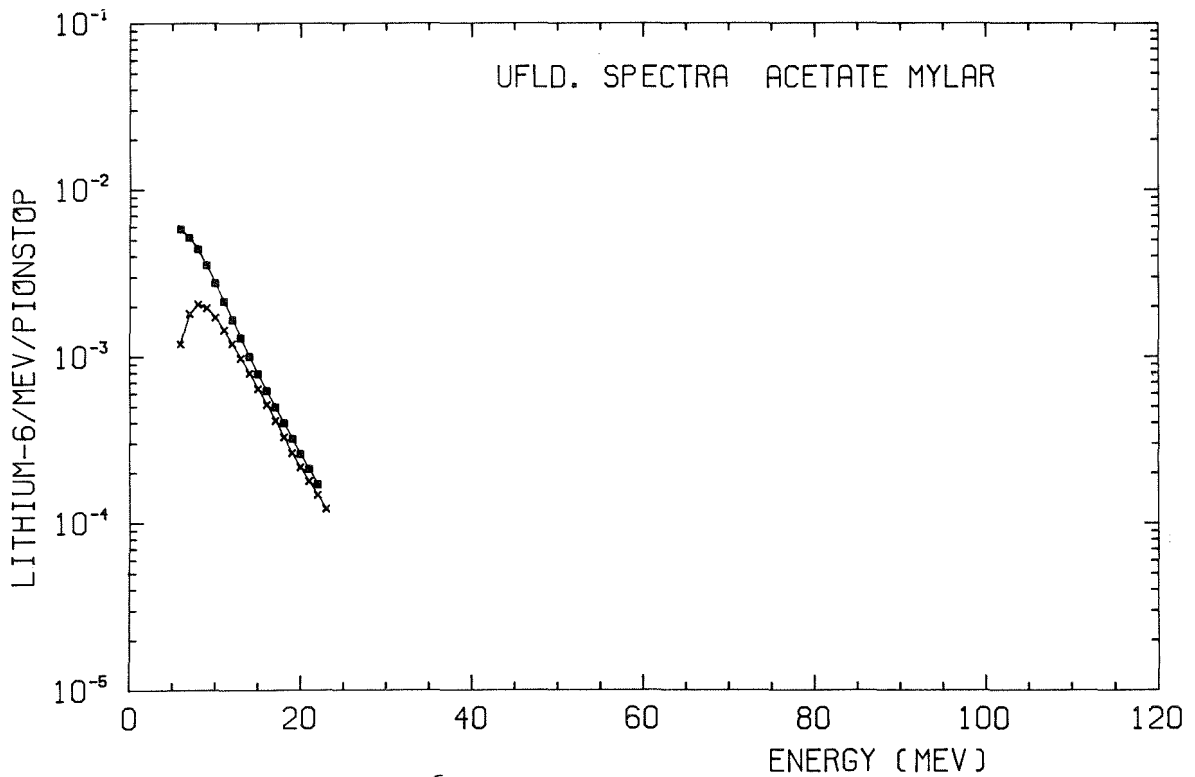


Abb.52: Vergleich der <sup>6</sup>Li-Produktionsspektren für verschiedenen Sauerstoffgehalt des Targets

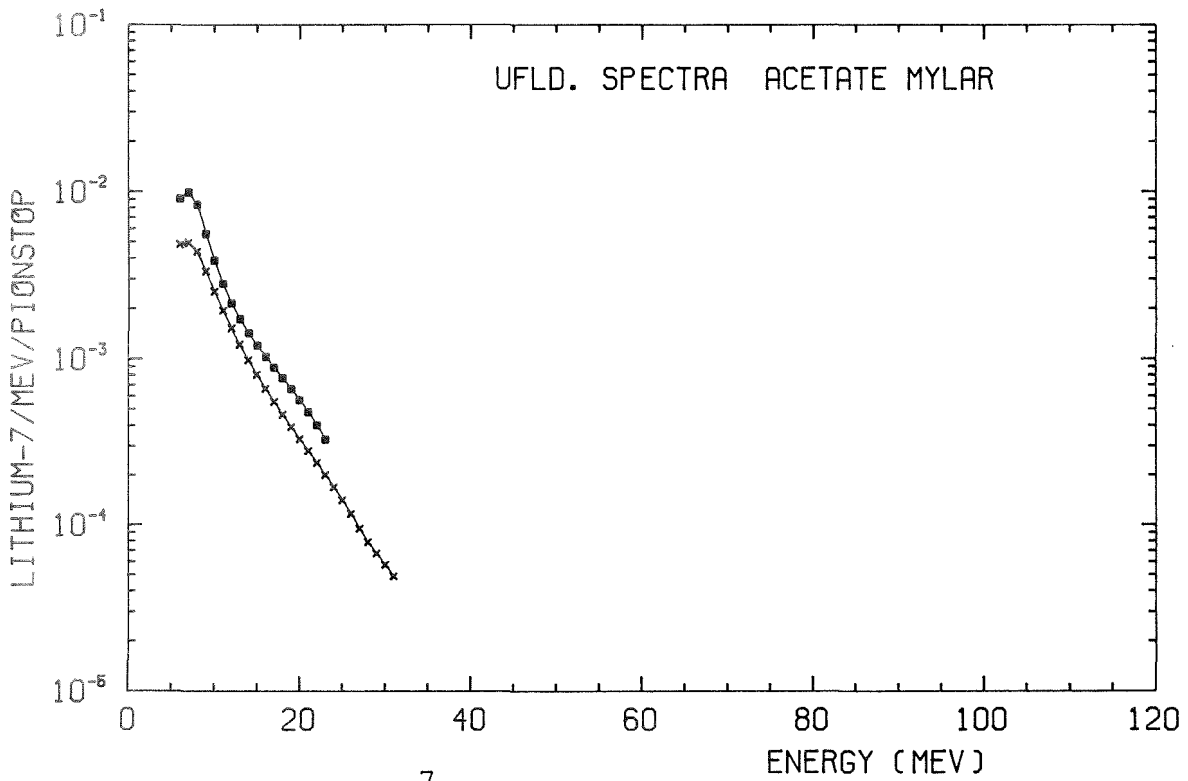


Abb.53: Vergleich der  $^7\text{Li}$ -Produktionsspektren für verschiedenen Sauerstoffgehalt des Targets

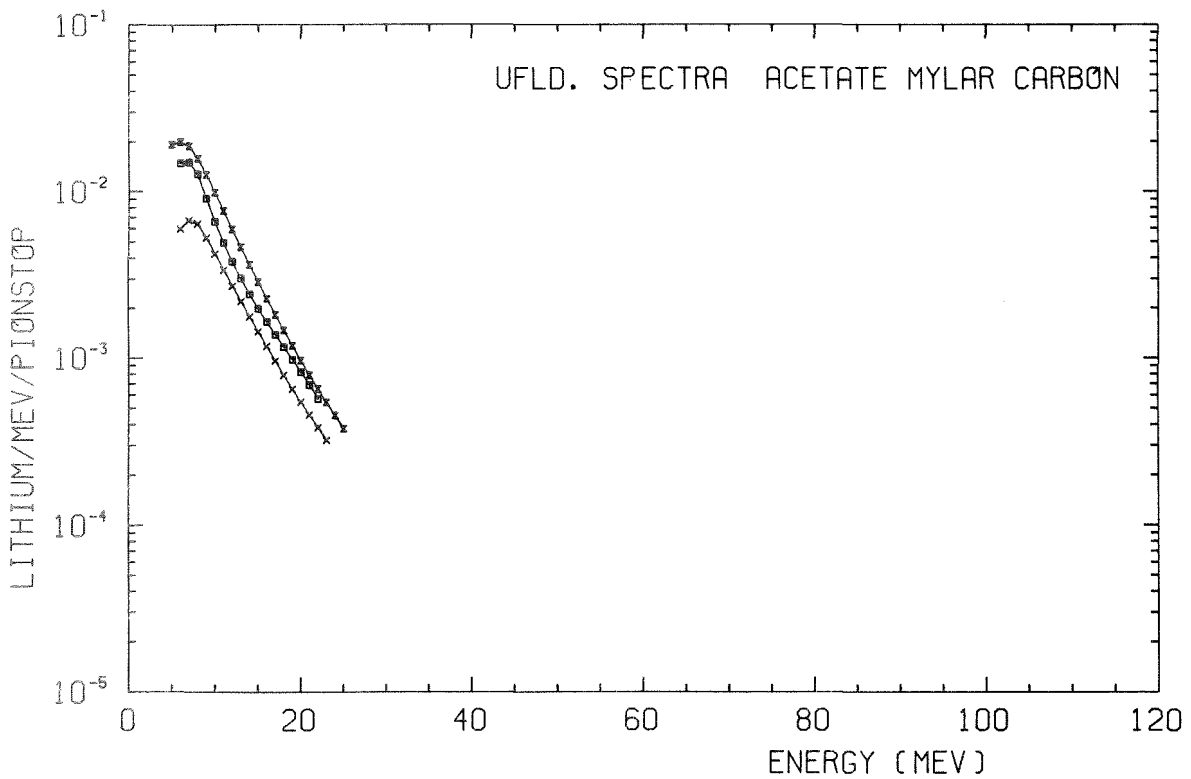


Abb.54: Vergleich der Produktionsspektren alle Li-Isotope für verschiedenen Sauerstoffgehalt des Targets



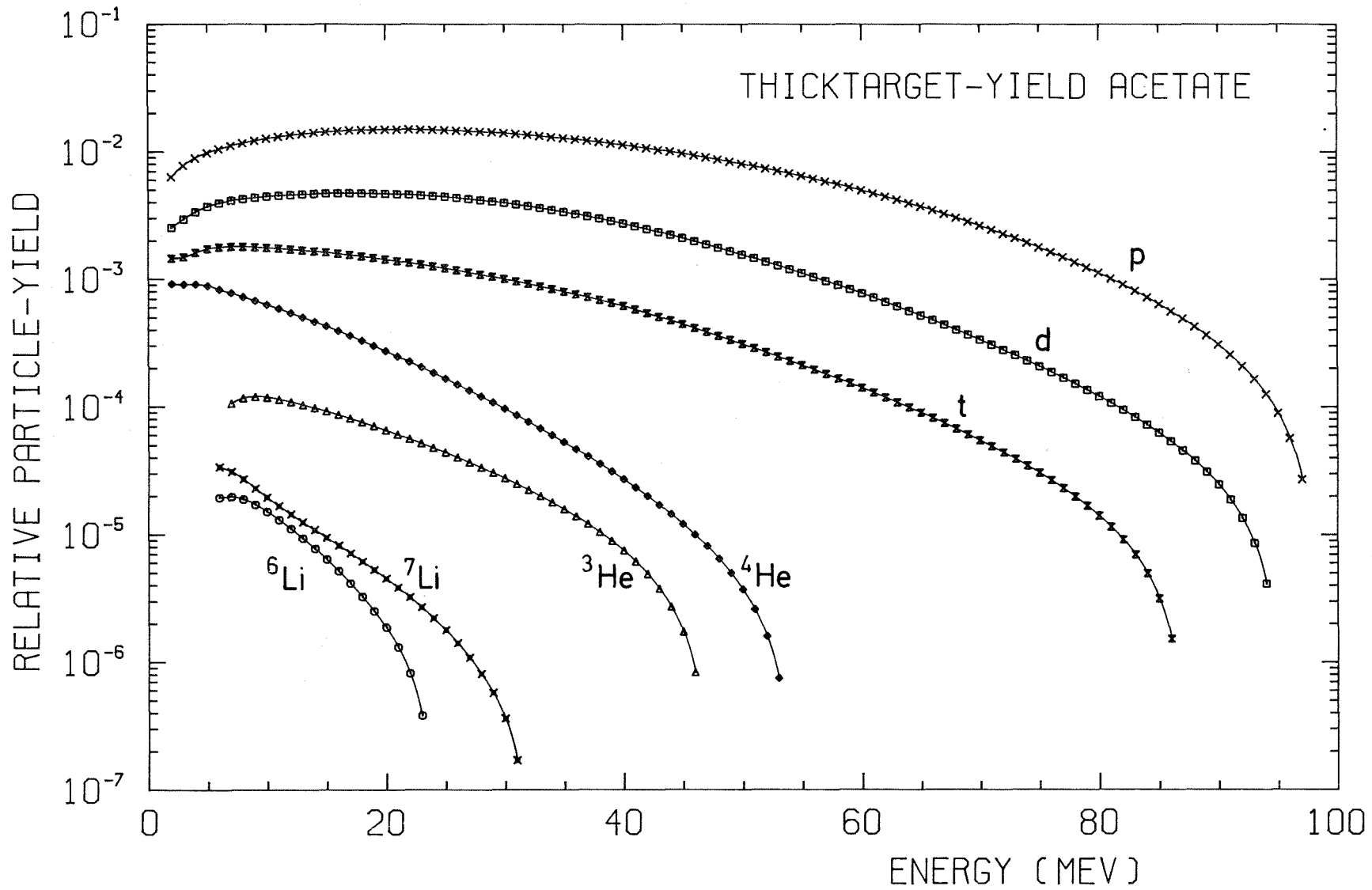


Abb.55: Relative Dicktargetausbeuten für Zelluloseazetat

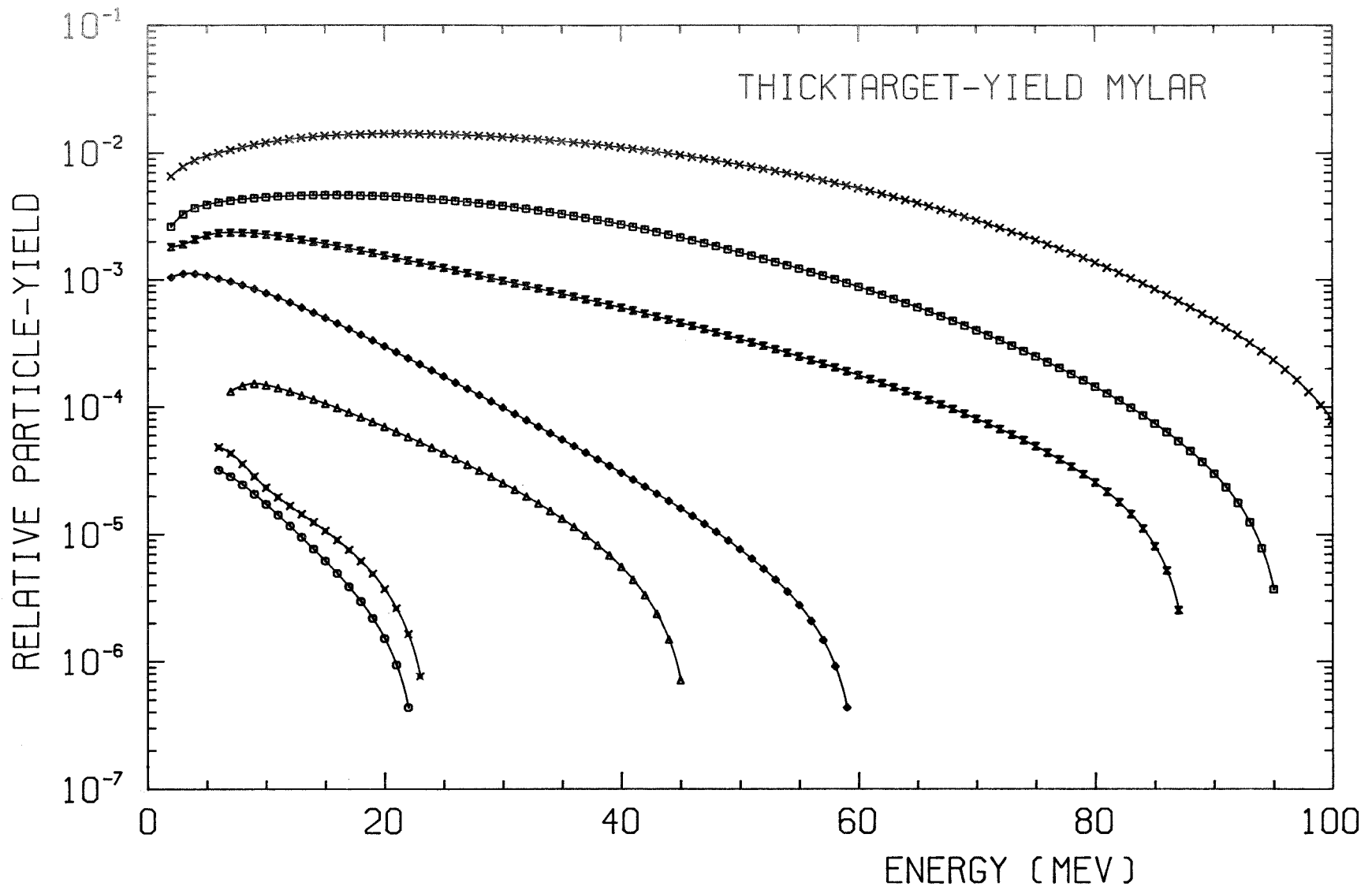


Abb.56: Relative Dicktargetausbeuten für Hostaphan

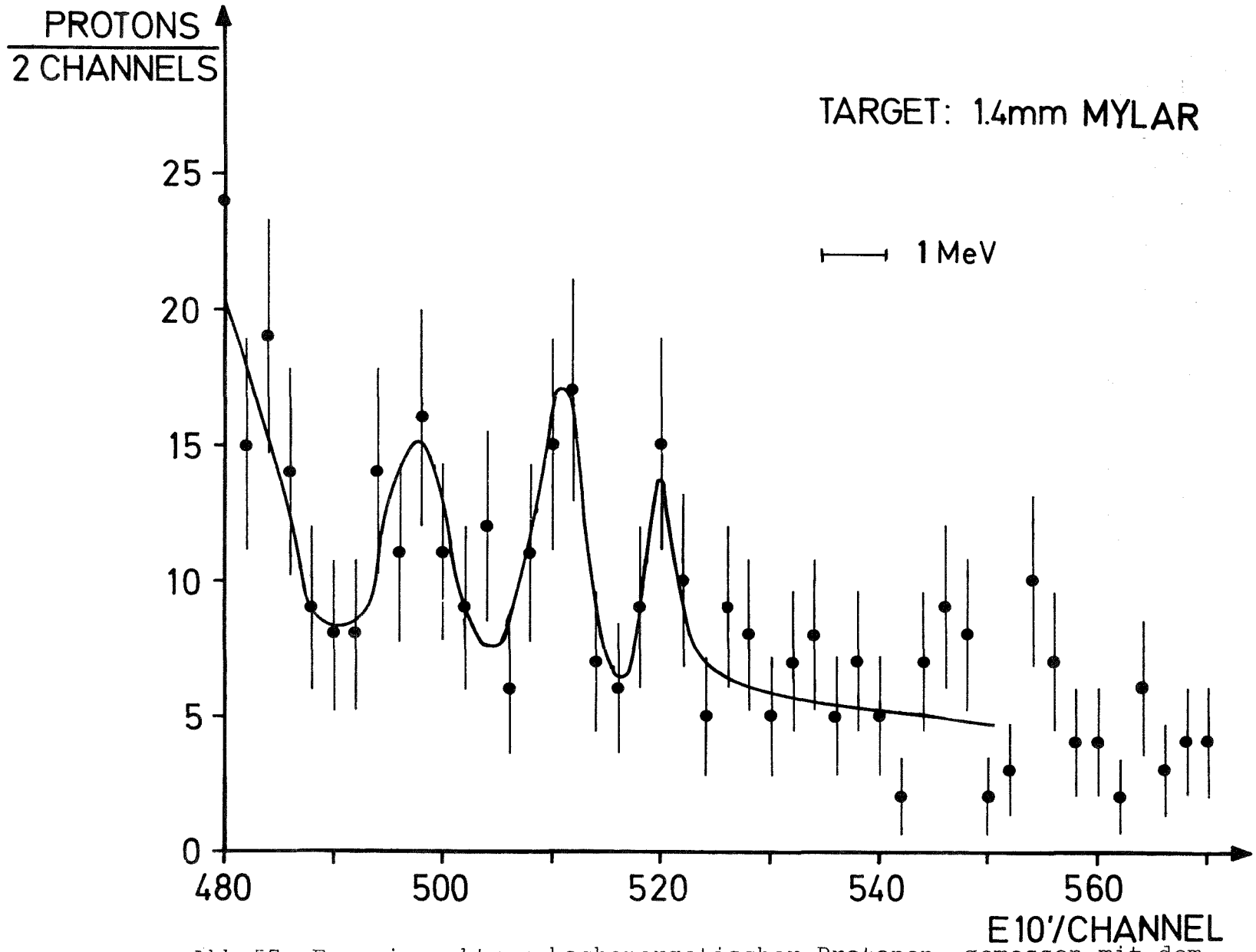


Abb.57: Energiespektrum hochenergetischer Protonen, gemessen mit dem Zählensystem S10, S10'

Anhang A

Liste der gemessenen Energiespektren von Protonen, Deuteronen, Tritonen,  $^3\text{He}$ ,  $^4\text{He}$ ,  $^6\text{Li}$  und  $^7\text{Li}$  für die folgenden Targets: 0.1 mm Zelluloseazetat, 1.4 mm Zelluloseazetat, 0.1 mm Hostaphan, 1.4 mm Hostaphan. Die Daten sind nach den Zählersystemen, in denen sie gemessen wurden, aufgeschlüsselt. Die angegebenen Fehler ('ERR') beinhalten nur statistische Schwankungen und sind in % (E-3) des Meßwertes angegeben.

MEASURED PROTON PRODUCTION RATE/MEV/PIONSTOP

ENERGY(MEV)	ACETATE 1.4MM DETECTOR	ERR (E-3) 6	ACETATE 1.4MM DETECTOR	ERR (E-3) 7	ACETATE 0.1MM DETECTOR	ERR (E-3) 6	ACETATE 3.1MM DETECTOR	ERR (E-3) 7	MYLAR 1.4MM DETECTOR	ERR (E-3) 6	MYLAR 1.4MM DETECTOR	ERR (E-3) 7	MYLAR 0.1MM DETECTOR	ERR (E-3) 6	MYLAR 0.1MM DETECTOR	ERR (E-3) 7
1.5 - 2.5	0.654E-02	25	0.436E-02	16	0.245E-01	25	0.137E-01	17	0.597E-02	28	0.381E-02	18	0.355E-01	26	0.181E-01	19
2.5 - 3.5	0.721E-02	24	0.705E-02	12	0.223E-01	26	0.181E-01	15	0.660E-02	27	0.598E-02	15	0.309E-01	28	0.237E-01	16
3.5 - 4.5	0.802E-02	22	0.652E-02	13	0.203E-01	28	0.155E-01	16	0.712E-02	26	0.569E-02	15	0.282E-01	29	0.219E-01	17
4.5 - 5.5	0.880E-02	21	0.678E-02	13	0.184E-01	29	0.143E-01	17	0.753E-02	25	0.610E-02	14	0.216E-01	30	0.197E-01	18
5.5 - 6.5	0.831E-02	22	0.682E-02	12	0.139E-01	33	0.127E-01	18	0.713E-02	26	0.599E-02	15	0.151E-01	34	0.172E-01	19
6.5 - 7.5	0.774E-02	23	0.714E-02	12	0.129E-01	35	0.126E-01	18	0.675E-02	27	0.647E-02	14	0.137E-01	42	0.141E-01	21
7.5 - 8.5	0.711E-02	24	0.664E-02	13	0.105E-01	38	0.109E-01	19	0.673E-02	27	0.608E-02	14	0.127E-01	44	0.112E-01	24
8.5 - 9.5	0.661E-02	25	0.663E-02	13	0.969E-02	40	0.987E-02	20	0.624E-02	28	0.600E-02	14	0.105E-01	48	0.990E-02	26
9.5 - 10.5	0.642E-02	25	0.658E-02	13	0.839E-02	43	0.964E-02	21	0.570E-02	29	0.608E-02	14	0.975E-02	50	0.914E-02	27
10.5 - 11.5	0.663E-02	25	0.660E-02	13	0.792E-02	44	0.924E-02	21	0.603E-02	28	0.605E-02	14	0.877E-02	53	0.858E-02	27
11.5 - 12.5	0.633E-02	25	0.642E-02	13	0.838E-02	43	0.879E-02	22	0.577E-02	29	0.579E-02	15	0.911E-02	52	0.881E-02	27
12.5 - 13.5	0.585E-02	26	0.615E-02	13	0.746E-02	46	0.815E-02	22	0.576E-02	29	0.571E-02	15	0.772E-02	56	0.775E-02	29
13.5 - 14.5	0.595E-02	26	0.619E-02	13	0.604E-02	51	0.805E-02	23	0.545E-02	30	0.562E-02	15	0.725E-02	58	0.732E-02	30
14.5 - 15.5	0.562E-02	27	0.655E-02	13	0.613E-02	50	0.780E-02	23	0.532E-02	30	0.563E-02	15	0.693E-02	59	0.721E-02	30
15.5 - 16.5	0.568E-02	27	0.591E-02	13	0.622E-02	50	0.710E-02	24	0.551E-02	29	0.554E-02	15	0.762E-02	57	0.705E-02	30
16.5 - 17.5	0.548E-02	27	0.576E-02	14	0.574E-02	52	0.700E-02	24	0.534E-02	30	0.535E-02	15	0.681E-02	60	0.658E-02	31
17.5 - 18.5	0.552E-02	27	0.568E-02	14	0.666E-02	48	0.678E-02	25	0.525E-02	30	0.529E-02	15	0.777E-02	60	0.678E-02	31
18.5 - 19.5	0.527E-02	28	0.566E-02	14	0.546E-02	53	0.633E-02	26	0.526E-02	30	0.506E-02	16	0.595E-02	64	0.645E-02	32
19.5 - 20.5	0.507E-02	28	0.544E-02	14	0.568E-02	52	0.637E-02	25	0.493E-02	31	0.508E-02	16	0.615E-02	63	0.612E-02	32
20.5 - 21.5	0.515E-02	28	0.533E-02	14	0.530E-02	54	0.658E-02	25	0.464E-02	32	0.497E-02	16	0.654E-02	61	0.585E-02	33
21.5 - 22.5	0.490E-02	29	0.514E-02	14	0.471E-02	58	0.629E-02	26	0.459E-02	32	0.472E-02	16	0.627E-02	63	0.567E-02	34
22.5 - 23.5	0.493E-02	29	0.509E-02	14	0.532E-02	54	0.574E-02	27	0.454E-02	32	0.467E-02	16	0.617E-02	63	0.533E-02	35
23.5 - 24.5	0.453E-02	30	0.497E-02	15	0.510E-02	55	0.591E-02	26	0.448E-02	33	0.468E-02	17	0.544E-02	67	0.504E-02	36
24.5 - 25.5	0.431E-02	31	0.492E-02	15	0.505E-02	56	0.554E-02	27	0.432E-02	33	0.450E-02	17	0.490E-02	71	0.526E-02	35
25.5 - 26.5	0.450E-02	30	0.470E-02	15	0.495E-02	56	0.536E-02	28	0.404E-02	34	0.434E-02	17	0.480E-02	71	0.510E-02	36
26.5 - 27.5	0.436E-02	30	0.462E-02	15	0.412E-02	62	0.529E-02	28	0.424E-02	34	0.437E-02	17	0.478E-02	72	0.481E-02	37
27.5 - 28.5	0.413E-02	31	0.459E-02	15	0.446E-02	59	0.498E-02	29	0.392E-02	35	0.427E-02	17	0.512E-02	69	0.486E-02	36
28.5 - 29.5	0.408E-02	31	0.428E-02	16	0.434E-02	60	0.489E-02	29	0.391E-02	35	0.396E-02	18	0.483E-02	71	0.478E-02	37
29.5 - 30.5	0.385E-02	32	0.426E-02	16	0.399E-02	63	0.480E-02	29	0.369E-02	36	0.389E-02	18	0.505E-02	70	0.466E-02	37
30.5 - 31.5	0.392E-02	32	0.418E-02	16	0.434E-02	60	0.466E-02	30	0.366E-02	36	0.385E-02	18	0.426E-02	76	0.428E-02	39
31.5 - 32.5	0.379E-02	33	0.399E-02	16	0.399E-02	63	0.434E-02	31	0.346E-02	37	0.397E-02	18	0.414E-02	77	0.423E-02	39
32.5 - 33.5	0.361E-02	33	0.384E-02	17	0.392E-02	63	0.426E-02	31	0.342E-02	37	0.373E-02	18	0.397E-02	79	0.410E-02	40
33.5 - 34.5	0.350E-02	34	0.394E-02	16	0.315E-02	70	0.426E-02	31	0.337E-02	38	0.361E-02	19	0.367E-02	82	0.403E-02	40
34.5 - 35.5	0.341E-02	34	0.366E-02	17	0.360E-02	62	0.401E-02	32	0.368E-02	36	0.341E-02	19	0.402E-02	78	0.381E-02	41
35.5 - 36.5	0.320E-02	36	0.363E-02	17	0.298E-02	72	0.404E-02	32	0.314E-02	39	0.337E-02	19	0.345E-02	84	0.386E-02	41
36.5 - 37.5	0.324E-02	35	0.363E-02	17	0.323E-02	70	0.422E-02	31	0.312E-02	39	0.339E-02	19	0.397E-02	79	0.374E-02	41
37.5 - 38.5	0.318E-02	36	0.339E-02	18	0.329E-02	69	0.329E-02	33	0.297E-02	40	0.331E-02	20	0.287E-02	92	0.370E-02	42
38.5 - 39.5	0.315E-02	36	0.336E-02	18	0.301E-02	72	0.368E-02	33	0.308E-02	39	0.309E-02	20	0.399E-02	78	0.333E-02	42
39.5 - 40.5	0.284E-02	38	0.331E-02	18	0.303E-02	72	0.346E-02	35	0.284E-02	41	0.324E-02	20	0.407E-02	78	0.352E-02	43
40.5 - 41.5	0.298E-02	37	0.313E-02	18	0.278E-02	75	0.345E-02	35	0.293E-02	40	0.313E-02	20	0.321E-02	87	0.327E-02	44
41.5 - 42.5	0.268E-02	39	0.309E-02	19	0.254E-02	78	0.328E-02	35	0.270E-02	42	0.295E-02	21	0.314E-02	88	0.308E-02	46
42.5 - 43.5	0.269E-02	39	0.306E-02	19	0.270E-02	76	0.315E-02	36	0.268E-02	42	0.287E-02	21	0.333E-02	86	0.319E-02	45
43.5 - 44.5	0.269E-02	39	0.298E-02	19	0.284E-02	74	0.323E-02	36	0.272E-02	42	0.280E-02	21	0.292E-02	92	0.323E-02	45
44.5 - 45.5	0.247E-02	40	0.281E-02	19	0.257E-02	78	0.304E-02	37	0.262E-02	43	0.275E-02	21	0.287E-02	92	0.299E-02	46
45.5 - 46.5	0.250E-02	40	0.271E-02	20	0.242E-02	80	0.293E-02	38	0.243E-02	44	0.264E-02	22	0.294E-02	91	0.292E-02	47
46.5 - 47.5	0.231E-02	42	0.264E-02	20	0.228E-02	83	0.276E-02	39	0.228E-02	46	0.257E-02	22	0.260E-02	97	0.261E-02	48
47.5 - 48.5	0.224E-02	42	0.269E-02	20	0.206E-02	87	0.292E-02	38	0.215E-02	47	0.247E-02	23	0.240E-02	101	0.274E-02	50
48.5 - 49.5	0.219E-02	43	0.257E-02	20	0.262E-02	77	0.277E-02	39	0.216E-02	47	0.239E-02	23	0.284E-02	93	0.283E-02	48
49.5 - 50.5	0.213E-02	44	0.255E-02	20	0.223E-02	84	0.280E-02	38	0.209E-02	48	0.243E-02	23	0.265E-02	96	0.273E-02	49
50.5 - 51.5	0.204E-02	44	0.237E-02	21	0.189E-02	91	0.267E-02	39	0.206E-02	48	0.245E-02	23	0.255E-02	98	0.256E-02	50
51.5 - 52.5	0.199E-02	45	0.232E-02	21	0.201E-02	88	0.237E-02	42	0.188E-02	50	0.240E-02	23	0.223E-02	105	0.247E-02	51
52.5 - 53.5	0.176E-02	48	0.226E-02	22	0.161E-02	92	0.241E-02	41	0.204E-02	48	0.212E-02	24	0.267E-02	96	0.222E-02	54
53.5 - 54.5	0.182E-02	47	0.210E-02	22	0.184E-02	92	0.242E-02	41	0.215E-02	47	0.209E-02	25	0.194E-02	113	0.216E-02	55
54.5 - 55.5	0.166E-02	49	0.210E-02	22	0.181E-02	93	0.219E-02	43	0.176E-02	52	0.194E-02	25	0.201E-02	110	0.214E-02	55
55.5 - 56.5	0.160E-02	50	0.190E-02	24	0.187E-02	91	0.223E-02	43	0.159E-02	55	0.193E-02	26	0.171E-02	120	0.207E-02	56
56.5 - 57.5	0.160E-02	50	0.188E-02	24	0.165E-02	97	0.207E-02	45	0.154E-02	56	0.180E-02	26	0.159E-02	124	0.193E-02	58
57.5 - 58.5	0.143E-02	53	0.179E-02	24	0.150E-02	102	0.204E-02	45	0.141E-02	58	0.186E-02	26	0.206E-02	109	0.197E-02	57
58.5 - 59.5	0.143E-02	53	0.183E-02	24	0.115E-02	116	0.171E-02	49	0.160E-02	55	0.169E-02	27	0.176E-02	118	0.173E-02	61
59.5 - 60.5	0.133E-02	55	0.165E-02	25	0.158E-02	100	0.184E-02	47	0.140E-02	58	0.161E-02	28	0.122E-02	141	0.185E-02	59
60.5 - 61.5	0.129E-02	56	0.159E-02	26	0.136E-02	107	0.163E-02	50	0.124E-02	62	0.155E-02	29	0.145E-02	130	0.157E-02	64
61.5 - 62.5	0.117E-02	59	0.145E-02	27	0.111E-02	119	0.152E-02	52	0.155E-02	56	0.157E-02	28	0.110E-02	149	0.150E-02	66
62.5 - 63.5	0.127E-02	56	0.133E-02	28	0.109E-02	120	0.146E-02	53	0.124E-02	62	0.142E-02	30	0.118E-02	144	0.147E-02	66
63.5 - 64.5	0.118E-02	58	0.126E-02	29	0.115E-02	116	0.148E-02	53	0.126E-02	62	0.133E-02	31	0.127E-02	139	0.129E-02	71
64.5 - 65.5	0.990E-03	64	0.127E-02	29	0.106E-02	121	0.137E-02</									

MEASURED DEUTERON PRODUCTION RATE/FEV/PIONSTOP

ENERGY(MEV)	ACETATE 1.4MM DETECTOR 6	ERR (E-3)	ACETATE 1.4MM DETECTOR 7	ERR (E-3)	ACETATE 0.1MM DETECTOR 6	ERR (E-3)	ACETATE 0.1MM DETECTOR 7	ERR (E-3)	MYLAR 1.4MM DETECTOR 6	ERR (E-3)	MYLAR 1.4MM DETECTOR 7	ERR (E-3)	MYLAR 0.1MM DETECTOR 6	ERR (E-3)	MYLAR 0.1MM DETECTOR 7
1.5 - 2.5	0.350E-02	34			0.146E-01	33			0.322E-02	39			0.213E-01	34	
2.5 - 3.5	0.340E-02	34	0.551E-02	14	0.129E-01	35	0.170E-01	16	0.359E-02	37	0.521E-02	16	0.184E-01	36	0.234E-01
3.5 - 4.5	0.429E-02	31	0.267E-02	20	0.124E-01	36	0.749E-02	23	0.396E-02	35	0.261E-02	22	0.191E-01	36	0.126E-01
4.5 - 5.5	0.427E-02	31			0.118E-01	36			0.419E-02	34			0.231E-01	33	
5.5 - 6.5	0.554E-02	27	0.348E-02	17	0.131E-01	35	0.801E-02	23	0.495E-02	31	0.322E-02	20	0.201E-01	35	0.112E-01
6.5 - 7.5	0.474E-02	29	0.406E-02	16	0.107E-01	38	0.833E-02	22	0.432E-02	33	0.366E-02	19	0.148E-01	41	0.131E-01
7.5 - 8.5	0.462E-02	30	0.386E-02	17	0.883E-02	42	0.773E-02	23	0.413E-02	34	0.347E-02	19	0.106E-01	48	0.116E-01
8.5 - 9.5	0.412E-02	31	0.385E-02	17	0.761E-02	45	0.692E-02	24	0.387E-02	35	0.345E-02	19	0.921E-02	52	0.106E-01
9.5 - 10.5	0.387E-02	32	0.391E-02	16	0.641E-02	49	0.672E-02	25	0.381E-02	35	0.367E-02	19	0.794E-02	56	0.102E-01
10.5 - 11.5	0.393E-02	32	0.380E-02	17	0.582E-02	52	0.630E-02	26	0.354E-02	37	0.358E-02	19	0.764E-02	57	0.951E-02
11.5 - 12.5	0.351E-02	34	0.371E-02	17	0.546E-02	53	0.636E-02	25	0.355E-02	37	0.356E-02	19	0.720E-02	58	0.893E-02
12.5 - 13.5	0.358E-02	34	0.368E-02	17	0.513E-02	55	0.558E-02	27	0.334E-02	38	0.333E-02	19	0.603E-02	64	0.732E-02
13.5 - 14.5	0.351E-02	34	0.357E-02	17	0.480E-02	57	0.538E-02	28	0.325E-02	38	0.325E-02	20	0.608E-02	64	0.663E-02
14.5 - 15.5	0.336E-02	35	0.368E-02	17	0.468E-02	58	0.518E-02	28	0.312E-02	39	0.328E-02	20	0.590E-02	64	0.595E-02
15.5 - 16.5	0.329E-02	35	0.349E-02	17	0.418E-02	61	0.497E-02	29	0.298E-02	40	0.330E-02	20	0.473E-02	72	0.525E-02
16.5 - 17.5	0.330E-02	35	0.348E-02	17	0.420E-02	61	0.475E-02	29	0.299E-02	40	0.311E-02	20	0.492E-02	71	0.472E-02
17.5 - 18.5	0.307E-02	36	0.348E-02	17	0.401E-02	62	0.441E-02	31	0.282E-02	41	0.315E-02	20	0.421E-02	76	0.462E-02
18.5 - 19.5	0.312E-02	36	0.371E-02	18	0.367E-02	65	0.442E-02	31	0.300E-02	40	0.303E-02	20	0.483E-02	71	0.444E-02
19.5 - 20.5	0.310E-02	36	0.330E-02	18	0.368E-02	65	0.418E-02	31	0.287E-02	41	0.304E-02	20	0.382E-02	80	0.431E-02
20.5 - 21.5	0.289E-02	37	0.311E-02	18	0.354E-02	66	0.417E-02	31	0.287E-02	41	0.308E-02	20	0.463E-02	73	0.383E-02
21.5 - 22.5	0.289E-02	37	0.317E-02	18	0.334E-02	68	0.377E-02	33	0.292E-02	40	0.288E-02	21	0.372E-02	81	0.359E-02
22.5 - 23.5	0.287E-02	38	0.309E-02	19	0.268E-02	76	0.390E-02	32	0.272E-02	42	0.290E-02	21	0.328E-02	86	0.367E-02
23.5 - 24.5	0.282E-02	38	0.299E-02	19	0.321E-02	70	0.351E-02	34	0.264E-02	43	0.297E-02	21	0.382E-02	80	0.372E-02
24.5 - 25.5	0.268E-02	39	0.303E-02	19	0.271E-02	76	0.368E-02	33	0.262E-02	43	0.281E-02	21	0.385E-02	80	0.340E-02
25.5 - 26.5	0.268E-02	39	0.289E-02	19	0.304E-02	72	0.346E-02	35	0.262E-02	43	0.264E-02	22	0.294E-02	91	0.328E-02
26.5 - 27.5	0.264E-02	39	0.295E-02	19	0.285E-02	74	0.336E-02	35	0.249E-02	44	0.278E-02	21	0.331E-02	86	0.334E-02
27.5 - 28.5	0.249E-02	40	0.268E-02	20	0.287E-02	74	0.338E-02	35	0.224E-02	46	0.273E-02	22	0.316E-02	88	0.298E-02
28.5 - 29.5	0.251E-02	40	0.285E-02	19	0.245E-02	80	0.322E-02	36	0.255E-02	43	0.269E-02	22	0.299E-02	91	0.303E-02
29.5 - 30.5	0.250E-02	40	0.268E-02	20	0.257E-02	78	0.309E-02	37	0.221E-02	47	0.257E-02	22	0.279E-02	94	0.308E-02
30.5 - 31.5	0.225E-02	42	0.266E-02	20	0.211E-02	86	0.292E-02	38	0.228E-02	46	0.247E-02	23	0.299E-02	91	0.259E-02
31.5 - 32.5	0.215E-02	43	0.255E-02	20	0.248E-02	79	0.301E-02	37	0.204E-02	48	0.242E-02	23	0.252E-02	99	0.269E-02
32.5 - 33.5	0.212E-02	44	0.254E-02	20	0.250E-02	79	0.289E-02	38	0.217E-02	47	0.242E-02	23	0.282E-02	93	0.255E-02
33.5 - 34.5	0.223E-02	43	0.241E-02	21	0.239E-02	81	0.300E-02	37	0.183E-02	51	0.227E-02	24	0.279E-02	94	0.247E-02
34.5 - 35.5	0.217E-02	43	0.239E-02	21	0.271E-02	76	0.278E-02	38	0.198E-02	49	0.229E-02	23	0.301E-02	90	0.245E-02
35.5 - 36.5	0.183E-02	47	0.227E-02	22	0.248E-02	79	0.269E-02	39	0.176E-02	52	0.233E-02	23	0.296E-02	91	0.213E-02
36.5 - 37.5	0.176E-02	48	0.214E-02	22	0.187E-02	91	0.264E-02	39	0.181E-02	51	0.214E-02	24	0.243E-02	101	0.218E-02
37.5 - 38.5	0.198E-02	46	0.215E-02	22	0.178E-02	94	0.254E-02	40	0.196E-02	49	0.206E-02	25	0.201E-02	110	0.204E-02
38.5 - 39.5	0.167E-02	49	0.209E-02	23	0.178E-02	94	0.239E-02	42	0.176E-02	52	0.195E-02	25	0.196E-02	112	0.209E-02
39.5 - 40.5	0.179E-02	48	0.202E-02	23	0.164E-02	98	0.221E-02	43	0.160E-02	55	0.190E-02	26	0.186E-02	115	0.209E-02
40.5 - 41.5	0.145E-02	53	0.188E-02	24	0.197E-02	89	0.234E-02	42	0.162E-02	54	0.185E-02	26	0.201E-02	110	0.184E-02
41.5 - 42.5	0.155E-02	51	0.183E-02	24	0.175E-02	94	0.211E-02	44	0.156E-02	55	0.170E-02	27	0.162E-02	123	0.174E-02
42.5 - 43.5	0.143E-02	53	0.174E-02	25	0.153E-02	102	0.185E-02	47	0.143E-02	58	0.174E-02	27	0.216E-02	107	0.153E-02
43.5 - 44.5	0.132E-02	55	0.165E-02	25	0.161E-02	99	0.172E-02	49	0.125E-02	62	0.156E-02	28	0.149E-02	128	0.169E-02
44.5 - 45.5	0.132E-02	55	0.157E-02	26	0.140E-02	105	0.176E-02	48	0.136E-02	59	0.157E-02	28	0.159E-02	124	0.151E-02
45.5 - 46.5	0.112E-02	60	0.149E-02	27	0.123E-02	113	0.183E-02	48	0.119E-02	64	0.150E-02	29	0.159E-02	124	0.146E-02
46.5 - 47.5	0.118E-02	59	0.148E-02	27	0.134E-02	108	0.171E-02	49	0.103E-02	68	0.135E-02	31	0.152E-02	127	0.156E-02
47.5 - 48.5	0.104E-02	62	0.141E-02	27	0.952E-03	128	0.153E-02	52	0.105E-02	68	0.131E-02	31	0.169E-02	120	0.130E-02
48.5 - 49.5	0.970E-03	65	0.122E-02	29	0.109E-02	120	0.151E-02	52	0.107E-02	67	0.128E-02	31	0.142E-02	131	0.128E-02
49.5 - 50.5	0.101E-02	63	0.117E-02	30	0.764E-03	143	0.151E-02	52	0.923E-03	72	0.120E-02	32	0.122E-02	141	0.119E-02
50.5 - 51.5	0.832E-03	70	0.112E-02	31	0.101E-02	124	0.116E-02	60	0.946E-03	71	0.114E-02	33	0.113E-02	147	0.117E-02
51.5 - 52.5	0.889E-03	67	0.110E-02	31	0.671E-03	152	0.118E-02	59	0.899E-03	73	0.114E-02	33	0.108E-02	151	0.115E-02
52.5 - 53.5	0.739E-03	74	0.106E-02	32	0.686E-03	151	0.128E-02	57	0.851E-03	75	0.106E-02	34	0.105E-02	152	0.108E-02
53.5 - 54.5	0.650E-03	79	0.103E-02	32	0.702E-03	149	0.110E-02	61	0.717E-03	82	0.944E-03	37	0.735E-03	183	0.934E-03
54.5 - 55.5	0.582E-03	83	0.915E-03	34	0.577E-03	164	0.906E-03	67	0.750E-03	80	0.916E-03	37	0.857E-03	169	0.940E-03
55.5 - 56.5	0.618E-03	81	0.844E-03	35	0.624E-03	158	0.919E-03	67	0.717E-03	82	0.844E-03	39	0.931E-03	162	0.805E-03
56.5 - 57.5	0.469E-03	93	0.796E-03	36	0.749E-03	144	0.935E-03	66	0.569E-03	92	0.761E-03	41	0.588E-03	204	0.753E-03
57.5 - 58.5	0.505E-03	89	0.752E-03	38	0.577E-03	164	0.915E-03	67	0.559E-03	92	0.694E-03	43	0.637E-03	196	0.580E-03
58.5 - 59.5	0.444E-03	95	0.667E-03	40	0.437E-03	189	0.758E-03	74	0.664E-03	85	0.664E-03	44	0.539E-03	213	0.663E-03
59.5 - 60.5	0.424E-03	98	0.651E-03	40	0.468E-03	183	0.742E-03	75	0.535E-03	94	0.660E-03	44	0.686E-03	189	0.625E-03
60.5 - 61.5	0.444E-03	95	0.598E-03	42	0.343E-03	213	0.750E-03	74	0.511E-03	97	0.607E-03	46	0.392E-03	250	0.573E-03
61.5 - 62.5	0.360E-03	106	0.545E-03	44	0.406E-03	196	0.597E-03	83	0.459E-03	102	0.573E-03	47	0.465E-03	229	0.618E-03
62.5 - 63.5	0.335E-03	110	0.531E-03	45	0.437E-03	189	0.672E-03	78	0.406E-03	108	0.464E-03	52	0.343E-03	267	0.515E-03
63.5 - 64.5	0.339E-03	109	0.466E-03	46	0.343E-03	213	0.548E-03	87	0.411E-03	108	0.485E-03	51	0.318E-03	277	0.560E-03
64.5 - 65.5	0.275E-03	121	0.443E-03	49	0.359E-03	209	0.573E-03	85	0.344E-03	118	0.437E-03	54	0.220E-03	333	0.515E-03
65.5 - 66.5	0.275E-03	121	0.406E-03	51	0.218E-03	267	0.531E-03	88	0.363E-03	115	0.450E-03	53	0.416E-03	243	0.444E-03
66.5 - 67.5	0.242E-03	129	0.390E-03	52	0.234E-03	258	0.490E-03	92	0.253E-03	137	0.398E-03	56	0.196E-03	354	0.412E-03
67.5 - 68.5	0.218E-03	136	0.389E-03	52	0.343E-										

MEASURED TRITON PRODUCTION RATE/MEV/PIONSTOP

ENERGY(MEV)	ACETATE 1.4MM DETECTOR 6	ERR (E-3)	ACETATE 1.4MM DETECTOR 7	ERR (E-3)	ACETATE 0.1MM DETECTOR 6	ERR (E-3)	ACETATE 0.1MM DETECTOR 7	ERR (E-3)	MYLAR 1.4MM DETECTOR 6	ERR (E-3)	MYLAR 1.4MM DETECTOR 7	ERR (E-3)	MYLAR 0.1MM DETECTOR 6	ERR (E-3)	MYLAR 0.1MM DETECTOR 7	ERR (E-3)
1.5 - 2.5	0.236E-02	41			0.130E-01	35			0.207E-02	48			0.179E-01	37		
2.5 - 3.5	0.219E-02	43	0.163E-02	26	0.104E-01	39	0.552E-02	27	0.220E-02	47	0.147E-02	29	0.153E-01	40	0.738E-02	30
3.5 - 4.5	0.244E-02	41	0.256E-02	20	0.908E-02	41	0.904E-02	21	0.255E-02	43	0.246E-02	23	0.134E-01	43	0.144E-01	21
4.5 - 5.5	0.280E-02	38	0.190E-02	24	0.875E-02	42	0.557E-02	27	0.266E-02	42	0.183E-02	26	0.142E-01	42	0.102E-01	25
5.5 - 6.5	0.286E-02	38	0.170E-02	25	0.100E-01	39	0.492E-02	29	0.257E-02	43	0.167E-02	27	0.148E-01	41	0.907E-02	27
6.5 - 7.5	0.354E-02	34			0.975E-02	43			0.324E-02	38			0.156E-01	40		
7.5 - 8.5	0.321E-02	35			0.750E-02	46			0.300E-02	40			0.121E-01	45		
8.5 - 9.5	0.254E-02	40	0.184E-02	24	0.566E-02	52	0.406E-02	32	0.259E-02	43	0.171E-02	27	0.107E-01	48	0.580E-02	33
9.5 - 10.5	0.229E-02	42	0.191E-02	24	0.537E-02	54	0.426E-02	31	0.227E-02	46	0.187E-02	26	0.884E-02	53	0.655E-02	31
10.5 - 11.5	0.210E-02	44	0.189E-02	24	0.418E-02	61	0.399E-02	32	0.191E-02	50	0.188E-02	26	0.713E-02	59	0.703E-02	30
11.5 - 12.5	0.183E-02	47	0.185E-02	24	0.479E-02	57	0.389E-02	33	0.195E-02	50	0.177E-02	27	0.710E-02	59	0.638E-02	32
12.5 - 13.5	0.176E-02	48	0.164E-02	25	0.320E-02	70	0.367E-02	34	0.158E-02	55	0.168E-02	27	0.642E-02	62	0.551E-02	34
13.5 - 14.5	0.156E-02	51	0.170E-02	25	0.318E-02	70	0.327E-02	36	0.171E-02	53	0.165E-02	28	0.620E-02	63	0.520E-02	35
14.5 - 15.5	0.173E-02	48	0.158E-02	26	0.301E-02	72	0.292E-02	38	0.172E-02	53	0.171E-02	27	0.590E-02	64	0.497E-02	36
15.5 - 16.5	0.166E-02	49	0.158E-02	26	0.251E-02	79	0.279E-02	38	0.156E-02	55	0.147E-02	29	0.490E-02	71	0.413E-02	39
16.5 - 17.5	0.154E-02	51	0.146E-02	27	0.284E-02	74	0.259E-02	40	0.141E-02	58	0.153E-02	29	0.478E-02	72	0.393E-02	40
17.5 - 18.5	0.141E-02	54	0.153E-02	26	0.267E-02	76	0.261E-02	40	0.152E-02	56	0.157E-02	28	0.208E-02	108	0.358E-02	42
18.5 - 19.5	0.145E-02	53	0.139E-02	28	0.267E-02	76	0.234E-02	42	0.137E-02	59	0.141E-02	30	0.167E-02	121	0.327E-02	44
19.5 - 20.5	0.144E-02	53	0.138E-02	28	0.211E-02	86	0.206E-02	45	0.133E-02	60	0.136E-02	30	0.387E-02	80	0.324E-02	45
20.5 - 21.5	0.112E-02	60	0.131E-02	28	0.215E-02	85	0.225E-02	43	0.120E-02	63	0.130E-02	31	0.296E-02	91	0.251E-02	51
21.5 - 22.5	0.127E-02	56	0.127E-02	29	0.178E-02	94	0.201E-02	45	0.129E-02	61	0.130E-02	31	0.279E-02	94	0.219E-02	54
22.5 - 23.5	0.110E-02	61	0.115E-02	30	0.173E-02	95	0.195E-02	46	0.126E-02	62	0.119E-02	32	0.255E-02	98	0.191E-02	58
23.5 - 24.5	0.115E-02	59	0.114E-02	30	0.136E-02	107	0.171E-02	49	0.120E-02	63	0.117E-02	33	0.257E-02	98	0.185E-02	59
24.5 - 25.5	0.109E-02	61	0.104E-02	32	0.137E-02	107	0.171E-02	49	0.114E-02	65	0.117E-02	33	0.203E-02	110	0.175E-02	61
25.5 - 26.5	0.104E-02	62	0.105E-02	32	0.147E-02	103	0.150E-02	52	0.961E-03	71	0.988E-03	36	0.220E-02	105	0.146E-02	66
26.5 - 27.5	0.949E-03	65	0.101E-02	32	0.134E-02	108	0.152E-02	52	0.894E-03	73	0.101E-02	35	0.233E-02	103	0.152E-02	65
27.5 - 28.5	0.865E-03	68	0.102E-02	32	0.154E-02	101	0.152E-02	52	0.966E-03	70	0.107E-02	34	0.164E-02	122	0.113E-02	75
28.5 - 29.5	0.824E-03	70	0.893E-03	34	0.122E-02	113	0.120E-02	59	0.813E-03	77	0.987E-03	36	0.149E-02	128	0.127E-02	71
29.5 - 30.5	0.881E-03	68	0.855E-03	35	0.134E-02	108	0.116E-02	60	0.817E-03	76	0.935E-03	37	0.135E-02	135	0.947E-03	82
30.5 - 31.5	0.727E-03	75	0.796E-03	36	0.858E-03	135	0.112E-02	61	0.770E-03	79	0.912E-03	37	0.122E-02	141	0.934E-03	83
31.5 - 32.5	0.719E-03	75	0.767E-03	37	0.764E-03	143	0.107E-02	62	0.684E-03	84	0.788E-03	40	0.110E-02	149	0.985E-03	81
32.5 - 33.5	0.691E-03	76	0.802E-03	36	0.874E-03	134	0.112E-02	61	0.774E-03	79	0.732E-03	41	0.113E-02	147	0.779E-03	91
33.5 - 34.5	0.683E-03	77	0.720E-03	38	0.936E-03	129	0.100E-02	64	0.760E-03	79	0.756E-03	41	0.113E-02	147	0.715E-03	95
34.5 - 35.5	0.541E-03	86	0.629E-03	41	0.920E-03	130	0.886E-03	68	0.641E-03	86	0.701E-03	42	0.127E-02	139	0.760E-03	92
35.5 - 36.5	0.602E-03	82	0.636E-03	41	0.764E-03	143	0.791E-03	72	0.646E-03	85	0.640E-03	44	0.103E-02	154	0.638E-03	101
36.5 - 37.5	0.558E-03	85	0.607E-03	42	0.764E-03	143	0.762E-03	74	0.645E-03	86	0.592E-03	46	0.882E-03	167	0.612E-03	103
37.5 - 38.5	0.541E-03	86	0.548E-03	44	0.655E-03	154	0.754E-03	74	0.545E-03	94	0.593E-03	46	0.125E-02	140	0.525E-03	106
38.5 - 39.5	0.432E-03	97	0.545E-03	44	0.608E-03	160	0.663E-03	79	0.464E-03	102	0.542E-03	48	0.710E-03	186	0.444E-03	120
39.5 - 40.5	0.408E-03	100	0.495E-03	46	0.733E-03	146	0.519E-03	89	0.454E-03	103	0.474E-03	52	0.588E-03	204	0.496E-03	114
40.5 - 41.5	0.376E-03	104	0.430E-03	50	0.546E-03	169	0.626E-03	81	0.516E-03	96	0.481E-03	51	0.637E-03	196	0.322E-03	141
41.5 - 42.5	0.384E-03	103	0.386E-03	52	0.484E-03	180	0.494E-03	91	0.354E-03	116	0.435E-03	54	0.735E-03	183	0.406E-03	126
42.5 - 43.5	0.368E-03	105	0.349E-03	55	0.437E-03	189	0.543E-03	87	0.425E-03	106	0.365E-03	59	0.539E-03	213	0.367E-03	132
43.5 - 44.5	0.343E-03	108	0.347E-03	55	0.312E-03	224	0.461E-03	94	0.344E-03	118	0.394E-03	57	0.416E-03	243	0.386E-03	129
44.5 - 45.5	0.283E-03	120	0.289E-03	61	0.546E-03	169	0.363E-03	107	0.373E-03	113	0.353E-03	60	0.539E-03	213	0.277E-03	152
45.5 - 46.5	0.351E-03	107	0.299E-03	60	0.328E-03	218	0.338E-03	110	0.335E-03	120	0.329E-03	62	0.367E-03	258	0.238E-03	164
46.5 - 47.5	0.190E-03	146	0.276E-03	62	0.421E-03	192	0.437E-03	97	0.368E-03	114	0.272E-03	68	0.490E-03	224	0.238E-03	164
47.5 - 48.5	0.250E-03	127	0.246E-03	66	0.343E-03	213	0.375E-03	105	0.287E-03	129	0.251E-03	71	0.392E-03	250	0.323E-03	167
48.5 - 49.5	0.226E-03	134	0.232E-03	68	0.374E-03	204	0.293E-03	119	0.287E-03	129	0.280E-03	67	0.318E-03	277	0.180E-03	189
49.5 - 50.5	0.206E-03	140	0.201E-03	73	0.281E-03	236	0.272E-03	123	0.191E-03	158	0.195E-03	80	0.294E-03	289	0.187E-03	186
50.5 - 51.5	0.206E-03	140	0.165E-03	80	0.343E-03	213	0.264E-03	125	0.258E-03	136	0.192E-03	81	0.392E-03	250	0.200E-03	180
51.5 - 52.5	0.117E-03	186	0.166E-03	80	0.328E-03	218	0.218E-03	137	0.244E-03	140	0.192E-03	81	0.367E-03	258	0.174E-03	192
52.5 - 53.5	0.174E-03	152	0.173E-03	78	0.359E-03	209	0.231E-03	134	0.220E-03	147	0.200E-03	79	0.245E-03	316	0.103E-03	250
53.5 - 54.5	0.162E-03	158	0.157E-03	82	0.172E-03	302	0.169E-03	156	0.186E-03	160	0.173E-03	85	0.269E-03	302	0.206E-03	177
54.5 - 55.5	0.125E-03	180	0.108E-03	99	0.156E-03	316	0.194E-03	146	0.225E-03	146	0.142E-03	94	0.171E-03	378	0.103E-03	250
55.5 - 56.5	0.109E-03	192	0.120E-03	94	0.218E-03	267	0.190E-03	147	0.167E-03	169	0.123E-03	101	0.269E-03	302	0.122E-03	229
56.5 - 57.5	0.105E-03	196	0.102E-03	102	0.109E-03	378	0.107E-03	196	0.153E-03	177	0.132E-03	98	0.220E-03	333	0.708E-04	302
57.5 - 58.5	0.117E-03	186	0.120E-03	94	0.140E-03	333	0.124E-03	183	0.124E-03	196	0.135E-03	97	0.960E-04	500	0.837E-04	277
58.5 - 59.5	0.105E-03	196	0.109E-03	99	0.156E-03	316	0.119E-03	186	0.120E-03	200	0.794E-04	126	0.147E-03	408	0.646E-04	258
59.5 - 60.5	0.105E-03	196	0.848E-04	112	0.624E-04	500	0.824E-04	224	0.158E-03	174	0.102E-03	111	0.171E-03	378	0.193E-04	577
60.5 - 61.5	0.848E-04	218	0.647E-04	128	0.936E-04	408	0.865E-04	218	0.110E-03	209	0.857E-04	121	0.735E-04	577	0.142E-03	213
61.5 - 62.5	0.970E-04	204	0.731E-04	120	0.125E-03	354	0.906E-04	213	0.100E-03	218	0.680E-04	136	0.122E-03	447	0.708E-04	302
62.5 - 63.5	0.646E-04	250	0.636E-04	129	0.125E-03	354	0.906E-04	213	0.765E-04	250	0.542E-04	152	0.980E-04	500	0.515E-04	354
63.5 - 64.5	0.525E-04	277	0.509E-04	144	0.624E-04	500	0.453E-04	302	0.100E-03	218	0.592E-04	146	0.122E-03	447	0.644E-04	316
64.5 - 65.5	0.525E-04	277	0.509E-04	144	0.125E-03	354	0.618									

MEASURED HELIUM-3 PRODUCTION RATE/NEV/PIONSTOP

Table with columns: ENERGY (MEV), ACETATE 1.4MM DETECTOR 6, ERR (E-3), ACETATE 0.1MM DETECTOR 6, ERR (E-3), MYLAR 1.4MM DETECTOR 6, ERR (E-3), MYLAR 0.1MM DETECTOR 6, ERR (E-3). Rows range from 7.5-8.5 to 58.5-59.5.

MEASURED HELIUM-4 (DETECTOR 7 ALL HE-ISOTOPES) PRODUCTION RATE/NEV/PIONSTOP

Table with columns: ENERGY (MEV), ACETATE 1.4MM DETECTOR 6, ERR (E-3), ACETATE 1.4MM DETECTOR 7, ERR (E-3), ACETATE 0.1MM DETECTOR 6, ERR (E-3), ACETATE 0.1MM DETECTOR 7, ERR (E-3), MYLAR 1.4MM DETECTOR 6, ERR (E-3), MYLAR 1.4MM DETECTOR 7, ERR (E-3), MYLAR 0.1MM DETECTOR 6, ERR (E-3), MYLAR 0.1MM DETECTOR 7, ERR (E-3). Rows range from 1.5-2.5 to 63.5-64.5.



MEASURED LITHIUM-6 PRODUCTION RATE/MEV/PIONSTOP

ENERGY(MEV)	ACETATE 1.4MM DETECTOR 6	ERR (E-3)	ACETATE 0.1MM DETECTOR 6	ERR (E-3)	MYLAR 1.4MM DETECTOR 6	ERR (E-3)	MYLAR 0.1MM DETECTOR 6	ERR (E-3)
5.5 - 6.5	0.109E-03	192	0.655E-03	154	0.956E-04	224	0.110E-02	149
6.5 - 7.5	0.808E-04	224	0.577E-03	164	0.669E-04	267	0.784E-03	177
7.5 - 8.5	0.444E-04	302	0.452E-03	186	0.239E-04	447	0.955E-03	160
8.5 - 9.5	0.323E-04	354	0.437E-03	189	0.478E-04	316	0.539E-03	213
9.5 - 10.5	0.404E-04	316	0.546E-03	169	0.335E-04	378	0.710E-03	186
10.5 - 11.5	0.364E-04	333	0.359E-03	209	0.430E-04	333	0.514E-03	218
11.5 - 12.5	0.202E-04	447	0.406E-03	196	0.143E-04	577	0.367E-03	258
12.5 - 13.5	0.242E-04	408	0.296E-03	229	0.191E-04	500	0.318E-03	277
13.5 - 14.5	0.0	0	0.234E-03	258	0.191E-04	500	0.147E-03	408
14.5 - 15.5	0.121E-04	577	0.218E-03	267	0.143E-04	577	0.318E-03	277
15.5 - 16.5	0.121E-04	577	0.203E-03	277	0.143E-04	577	0.196E-03	354
16.5 - 17.5	0.202E-04	447	0.172E-03	302	0.956E-05	707	0.196E-03	354
17.5 - 18.5	0.121E-04	577	0.203E-03	277	0.478E-05	1000	0.196E-03	354
18.5 - 19.5	0.808E-05	707	0.156E-03	316	0.478E-05	1000	0.122E-03	447
19.5 - 20.5	0.808E-05	707	0.468E-04	577	0.956E-05	707	0.122E-03	447
20.5 - 21.5	0.121E-04	577	0.624E-04	500	0.956E-05	707	0.980E-04	500
21.5 - 22.5	0.0	0	0.156E-04	1000	0.478E-05	1000	0.735E-04	577
22.5 - 23.5	0.0	0	0.312E-04	707	0.0	0	0.0	0
23.5 - 24.5	0.0	0	0.0	0	0.478E-05	1000	0.0	0
24.5 - 25.5	0.0	0	0.156E-04	1000	0.0	0	0.0	0
25.5 - 26.5	0.404E-05	1000	0.156E-04	1000	0.0	0	0.245E-04	1000

MEASURED LITHIUM-7 PRODUCTION RATE/MEV/PIONSTOP

ENERGY(MEV)	ACETATE 1.4MM DETECTOR 6	ERR (E-3)	ACETATE 0.1MM DETECTOR 6	ERR (E-3)	MYLAR 1.4MM DETECTOR 6	ERR (E-3)	MYLAR 0.1MM DETECTOR 6	ERR (E-3)
5.5 - 6.5	0.109E-03	192	0.952E-03	128	0.115E-03	204	0.162E-02	123
6.5 - 7.5	0.768E-04	229	0.858E-03	135	0.813E-04	243	0.147E-02	129
7.5 - 8.5	0.970E-04	204	0.780E-03	141	0.860E-04	236	0.105E-02	152
8.5 - 9.5	0.404E-04	316	0.546E-03	169	0.430E-04	333	0.857E-03	169
9.5 - 10.5	0.242E-04	408	0.468E-03	183	0.335E-04	378	0.931E-03	162
10.5 - 11.5	0.323E-04	354	0.515E-03	174	0.430E-04	333	0.637E-03	196
11.5 - 12.5	0.404E-04	316	0.421E-03	192	0.526E-04	302	0.563E-03	209
12.5 - 13.5	0.364E-04	333	0.359E-03	209	0.143E-04	577	0.612E-03	200
13.5 - 14.5	0.202E-04	447	0.140E-03	333	0.335E-04	378	0.367E-03	258
14.5 - 15.5	0.404E-04	316	0.343E-03	213	0.143E-04	577	0.343E-03	267
15.5 - 16.5	0.202E-04	447	0.203E-03	277	0.239E-04	447	0.416E-03	243
16.5 - 17.5	0.121E-04	577	0.250E-03	250	0.478E-04	316	0.269E-03	302
17.5 - 18.5	0.162E-04	500	0.156E-03	316	0.239E-04	447	0.318E-03	277
18.5 - 19.5	0.808E-05	707	0.780E-04	447	0.143E-04	577	0.980E-04	500
19.5 - 20.5	0.121E-04	577	0.109E-03	378	0.956E-05	707	0.196E-03	354
20.5 - 21.5	0.404E-05	1000	0.624E-04	500	0.143E-04	577	0.220E-03	333
21.5 - 22.5	0.162E-04	500	0.156E-03	316	0.956E-05	707	0.980E-04	500
22.5 - 23.5	0.808E-05	707	0.156E-03	316	0.956E-05	707	0.490E-04	707
23.5 - 24.5	0.0	0	0.156E-04	1000	0.478E-05	1000	0.980E-04	500
24.5 - 25.5	0.0	0	0.468E-04	577	0.478E-05	1000	0.220E-03	333
25.5 - 26.5	0.808E-05	707	0.468E-04	577	0.478E-05	1000	0.490E-04	707
26.5 - 27.5	0.404E-05	1000	0.312E-04	707	0.478E-05	1000	0.735E-04	577
27.5 - 28.5	0.0	0	0.312E-04	707	0.0	0	0.735E-04	577
28.5 - 29.5	0.0	0	0.624E-04	500	0.478E-05	1000	0.735E-04	577
29.5 - 30.5	0.0	0	0.156E-04	1000	0.0	0	0.490E-04	707
30.5 - 31.5	0.0	0	0.156E-04	1000	0.0	0	0.490E-04	707

Anhang B

Liste der Meßspektren, gemessen mit dem Detektorsystem S6, S6' und der daraus berechneten Produktionsspektren von Protonen, Deuteronen, Tritonen,  $^3\text{He}$ ,  $^4\text{He}$ ,  $^6\text{Li}$  und  $^7\text{Li}$  für die folgenden Targets: 0.1 mm Zelluloseazetat, 1.4 mm Zelluloseazetat, 0.1 mm Hostaphan sowie 1.4 mm Hostaphan. Am Ende der einzelnen Auflistungen sind die mittleren Energien und integralen Teilchenausbeuten angegeben. Die Fehlerangaben beinhalten nur die statistischen Schwankungen, Fehler der Absolutnormierung sind unberücksichtigt.

Protons Target: 1.4 mm Acetate

ENERGY(MEV)	EVENTS	ERROR	MEASURED PRODUCTION RATES		CORRECTED (UNFOLDED) PRODUCTION RATES	
			VALUE	UPPER LIMIT	VALUE	UPPER LIMIT
5.5 - 6.5	2056	45	0.8306E-02	0.8489E-02	0.2334E-01	0.2245E-01
6.5 - 7.5	1916	44	0.7741E-02	0.7917E-02	0.1898E-01	0.1915E-01
7.5 - 8.5	1759	42	0.7106E-02	0.7276E-02	0.1520E-01	0.1572E-01
8.5 - 9.5	1636	40	0.6609E-02	0.6773E-02	0.1207E-01	0.1246E-01
9.5 - 10.5	1590	40	0.6424E-02	0.6585E-02	0.1020E-01	0.1048E-01
10.5 - 11.5	1642	41	0.6634E-02	0.6797E-02	0.9087E-02	0.9309E-02
11.5 - 12.5	1568	40	0.6335E-02	0.6495E-02	0.8383E-02	0.8574E-02
12.5 - 13.5	1447	38	0.5846E-02	0.6000E-02	0.7891E-02	0.8065E-02
13.5 - 14.5	1472	38	0.5947E-02	0.6102E-02	0.7512E-02	0.7677E-02
14.5 - 15.5	1391	37	0.5620E-02	0.5770E-02	0.7194E-02	0.7356E-02
15.5 - 16.5	1405	37	0.5676E-02	0.5828E-02	0.6914E-02	0.7074E-02
16.5 - 17.5	1357	37	0.5482E-02	0.5631E-02	0.6658E-02	0.6816E-02
17.5 - 18.5	1367	37	0.5523E-02	0.5672E-02	0.6418E-02	0.6576E-02
18.5 - 19.5	1305	36	0.5272E-02	0.5418E-02	0.6191E-02	0.6350E-02
19.5 - 20.5	1254	35	0.5066E-02	0.5209E-02	0.5976E-02	0.6135E-02
20.5 - 21.5	1274	36	0.5147E-02	0.5291E-02	0.5770E-02	0.5930E-02
21.5 - 22.5	1213	35	0.4901E-02	0.5041E-02	0.5576E-02	0.5736E-02
22.5 - 23.5	1220	35	0.4929E-02	0.5070E-02	0.5390E-02	0.5550E-02
23.5 - 24.5	1121	33	0.4529E-02	0.4666E-02	0.5213E-02	0.5373E-02
24.5 - 25.5	1067	33	0.4311E-02	0.4443E-02	0.5044E-02	0.5203E-02
25.5 - 26.5	1115	33	0.4505E-02	0.4639E-02	0.4883E-02	0.5040E-02
26.5 - 27.5	1079	33	0.4359E-02	0.4492E-02	0.4728E-02	0.4884E-02
27.5 - 28.5	1022	32	0.4129E-02	0.4258E-02	0.4580E-02	0.4734E-02
28.5 - 29.5	1010	32	0.4080E-02	0.4209E-02	0.4438E-02	0.4590E-02
29.5 - 30.5	952	31	0.3846E-02	0.3971E-02	0.4302E-02	0.4451E-02
30.5 - 31.5	971	31	0.3923E-02	0.4049E-02	0.4171E-02	0.4316E-02
31.5 - 32.5	937	31	0.3785E-02	0.3909E-02	0.4044E-02	0.4186E-02
32.5 - 33.5	893	30	0.3608E-02	0.3728E-02	0.3922E-02	0.4061E-02
33.5 - 34.5	866	29	0.3499E-02	0.3618E-02	0.3803E-02	0.3938E-02
34.5 - 35.5	843	29	0.3406E-02	0.3523E-02	0.3688E-02	0.3820E-02
35.5 - 36.5	793	28	0.3204E-02	0.3317E-02	0.3576E-02	0.3704E-02
36.5 - 37.5	803	28	0.3244E-02	0.3359E-02	0.3467E-02	0.3591E-02
37.5 - 38.5	786	28	0.3175E-02	0.3289E-02	0.3361E-02	0.3481E-02
38.5 - 39.5	780	28	0.3151E-02	0.3264E-02	0.3257E-02	0.3373E-02
39.5 - 40.5	704	27	0.2844E-02	0.2951E-02	0.2737E-02	0.2867E-02
40.5 - 41.5	738	27	0.2982E-02	0.3091E-02	0.2872E-02	0.3055E-02
41.5 - 42.5	664	26	0.2683E-02	0.2787E-02	0.2578E-02	0.2695E-02
42.5 - 43.5	666	26	0.2691E-02	0.2795E-02	0.2586E-02	0.2696E-02
43.5 - 44.5	667	26	0.2695E-02	0.2799E-02	0.2590E-02	0.2676E-02
44.5 - 45.5	612	25	0.2472E-02	0.2572E-02	0.2373E-02	0.2470E-02
45.5 - 46.5	619	25	0.2501E-02	0.2601E-02	0.2400E-02	0.2502E-02
46.5 - 47.5	571	24	0.2307E-02	0.2403E-02	0.2210E-02	0.2292E-02
47.5 - 48.5	555	24	0.2242E-02	0.2337E-02	0.2147E-02	0.2240E-02
48.5 - 49.5	543	23	0.2194E-02	0.2288E-02	0.2100E-02	0.2186E-02
49.5 - 50.5	527	23	0.2129E-02	0.2222E-02	0.2036E-02	0.2130E-02
50.5 - 51.5	506	22	0.2044E-02	0.2135E-02	0.1953E-02	0.2045E-02
51.5 - 52.5	492	22	0.1988E-02	0.2077E-02	0.1898E-02	0.2006E-02
52.5 - 53.5	435	21	0.1757E-02	0.1842E-02	0.1673E-02	0.1780E-02
53.5 - 54.5	450	21	0.1818E-02	0.1904E-02	0.1732E-02	0.1849E-02
54.5 - 55.5	412	20	0.1664E-02	0.1746E-02	0.1582E-02	0.1698E-02
55.5 - 56.5	396	20	0.1600E-02	0.1680E-02	0.1519E-02	0.1635E-02
56.5 - 57.5	395	20	0.1596E-02	0.1676E-02	0.1516E-02	0.1632E-02
57.5 - 58.5	353	19	0.1426E-02	0.1502E-02	0.1350E-02	0.1466E-02
58.5 - 59.5	355	19	0.1434E-02	0.1510E-02	0.1358E-02	0.1473E-02
59.5 - 60.5	328	18	0.1325E-02	0.1398E-02	0.1252E-02	0.1363E-02
60.5 - 61.5	319	18	0.1289E-02	0.1361E-02	0.1217E-02	0.1328E-02
61.5 - 62.5	289	17	0.1168E-02	0.1236E-02	0.1099E-02	0.1210E-02
62.5 - 63.5	315	18	0.1273E-02	0.1344E-02	0.1201E-02	0.1314E-02
63.5 - 64.5	293	17	0.1184E-02	0.1253E-02	0.1115E-02	0.1229E-02
64.5 - 65.5	245	16	0.9898E-03	0.1053E-02	0.9266E-03	0.1040E-02
65.5 - 66.5	262	16	0.1058E-02	0.1124E-02	0.9931E-03	0.1104E-02
66.5 - 67.5	268	16	0.1083E-02	0.1149E-02	0.1017E-02	0.1095E-02
67.5 - 68.5	249	16	0.1006E-02	0.1070E-02	0.9422E-03	0.1026E-02
68.5 - 69.5	214	15	0.8646E-03	0.9237E-03	0.8055E-03	0.8838E-03
69.5 - 70.5	198	14	0.7999E-03	0.8568E-03	0.7431E-03	0.8308E-03
70.5 - 71.5	200	14	0.8080E-03	0.8651E-03	0.7509E-03	0.8427E-03
71.5 - 72.5	146	12	0.5898E-03	0.6387E-03	0.5410E-03	0.7209E-03
72.5 - 73.5	146	12	0.5898E-03	0.6387E-03	0.5410E-03	0.7209E-03
73.5 - 74.5	134	12	0.5414E-03	0.5881E-03	0.4946E-03	0.6391E-03
74.5 - 75.5	124	11	0.5010E-03	0.5459E-03	0.4560E-03	0.5962E-03
75.5 - 76.5	110	10	0.4444E-03	0.4868E-03	0.4020E-03	0.5525E-03
76.5 - 77.5	105	10	0.4242E-03	0.4656E-03	0.3828E-03	0.5163E-03
77.5 - 78.5	92	10	0.3717E-03	0.4104E-03	0.3329E-03	0.4793E-03
78.5 - 79.5	110	10	0.4444E-03	0.4868E-03	0.4020E-03	0.5525E-03
79.5 - 80.5	93	10	0.3757E-03	0.4147E-03	0.3368E-03	0.4610E-03
80.5 - 81.5	87	9	0.3515E-03	0.3892E-03	0.3138E-03	0.4218E-03
81.5 - 82.5	91	10	0.3676E-03	0.4062E-03	0.3291E-03	0.4399E-03
82.5 - 83.5	74	9	0.2990E-03	0.3337E-03	0.2642E-03	0.3221E-03
83.5 - 84.5	71	8	0.2868E-03	0.3209E-03	0.2528E-03	0.2959E-03
84.5 - 85.5	79	9	0.3192E-03	0.3551E-03	0.2833E-03	0.3373E-03
85.5 - 86.5	60	7	0.2424E-03	0.2737E-03	0.2111E-03	0.2483E-03
86.5 - 87.5	51	7	0.2060E-03	0.2349E-03	0.1772E-03	0.2268E-03
87.5 - 88.5	65	8	0.2626E-03	0.2952E-03	0.2300E-03	0.2806E-03
88.5 - 89.5	49	7	0.1980E-03	0.2262E-03	0.1697E-03	0.1881E-03
89.5 - 90.5	39	6	0.1576E-03	0.1828E-03	0.1323E-03	0.1708E-03
90.5 - 91.5	36	6	0.1454E-03	0.1697E-03	0.1212E-03	0.1547E-03
91.5 - 92.5	40	6	0.1616E-03	0.1872E-03	0.1360E-03	0.1698E-03
92.5 - 93.5	31	6	0.1252E-03	0.1477E-03	0.1027E-03	0.1260E-03
93.5 - 94.5	28	5	0.1131E-03	0.1345E-03	0.9174E-04	0.1134E-03
94.5 - 95.5	22	5	0.8888E-04	0.1078E-03	0.6993E-04	0.1017E-03
95.5 - 96.5	13	4	0.5252E-04	0.6709E-04	0.3795E-04	0.9084E-04
96.5 - 97.5	2	1	0.4040E-05	0.8080E-05	0.4040E-05	0.8145E-04

THE PRODUCTION RATE FROM 5.5 MEV TO 97.5 MEV IS 0.3030E+00 PARICLES/PI UPPER LIMIT 0.3045E+00 LOWER LIMIT 0.3017E+00.  
THE AVERAGE ENERGY BETWEEN 5.5 MEV AND 97.5 MEV IS 26.0 MEV, UPPER LIMIT 25.3 MEV, LOWER LIMIT 26.8 MEV.

Deuterons Target: 1.4 mm Acetate

ENERGY(MEV)	EVENTS	ERROR	MEASURED PRODUCTION RATES			CORRECTED (UNFOLDED) PRODUCTION RATES		
			VALUE	UPPER LIMIT	LOWER LIMIT	VALUE	UPPER LIMIT	LOWER LIMIT
5.5 - 6.5	1371	37	0.5539E-02	0.5688E-02	0.5389E-02	0.3264E-01	0.3798E-01	0.3285E-01
6.5 - 7.5	1173	34	0.4739E-02	0.4877E-02	0.4601E-02	0.2080E-01	0.2063E-01	0.2035E-01
7.5 - 9.5	1143	34	0.4618E-02	0.4754E-02	0.4481E-02	0.1410E-01	0.1367E-01	0.1353E-01
8.5 - 9.5	1021	32	0.4125E-02	0.4254E-02	0.3996E-02	0.1084E-01	0.1178E-01	0.1046E-01
9.5 - 10.5	957	31	0.3866E-02	0.3991E-02	0.3741E-02	0.8837E-02	0.9496E-02	0.8591E-02
10.5 - 11.5	948	31	0.3830E-02	0.3954E-02	0.3706E-02	0.7477E-02	0.7835E-02	0.7296E-02
11.5 - 12.5	870	29	0.3515E-02	0.3634E-02	0.3396E-02	0.6510E-02	0.6703E-02	0.6355E-02
12.5 - 13.5	886	30	0.3579E-02	0.3700E-02	0.3459E-02	0.5804E-02	0.5923E-02	0.5658E-02
13.5 - 14.5	870	29	0.3515E-02	0.3634E-02	0.3396E-02	0.5274E-02	0.5369E-02	0.5129E-02
14.5 - 15.5	831	29	0.3357E-02	0.3474E-02	0.3241E-02	0.4869E-02	0.4962E-02	0.4723E-02
15.5 - 16.5	815	29	0.3293E-02	0.3408E-02	0.3177E-02	0.4554E-02	0.4655E-02	0.4407E-02
16.5 - 17.5	817	29	0.3301E-02	0.3416E-02	0.3185E-02	0.4303E-02	0.4414E-02	0.4155E-02
17.5 - 18.5	761	28	0.3074E-02	0.3186E-02	0.2963E-02	0.4099E-02	0.4220E-02	0.3951E-02
18.5 - 19.5	773	28	0.3123E-02	0.3235E-02	0.3011E-02	0.3929E-02	0.4059E-02	0.3782E-02
19.5 - 20.5	767	28	0.3099E-02	0.3211E-02	0.2987E-02	0.3784E-02	0.3920E-02	0.3639E-02
20.5 - 21.5	712	27	0.2876E-02	0.2984E-02	0.2769E-02	0.3656E-02	0.3797E-02	0.3515E-02
21.5 - 22.5	715	27	0.2889E-02	0.2997E-02	0.2781E-02	0.3542E-02	0.3685E-02	0.3404E-02
22.5 - 23.5	710	27	0.2868E-02	0.2976E-02	0.2761E-02	0.3438E-02	0.3581E-02	0.3303E-02
23.5 - 24.5	697	26	0.2816E-02	0.2923E-02	0.2709E-02	0.3339E-02	0.3481E-02	0.3209E-02
24.5 - 25.5	664	26	0.2683E-02	0.2787E-02	0.2578E-02	0.3245E-02	0.3384E-02	0.3119E-02
25.5 - 26.5	664	26	0.2683E-02	0.2787E-02	0.2578E-02	0.3154E-02	0.3289E-02	0.3032E-02
26.5 - 27.5	653	26	0.2638E-02	0.2741E-02	0.2535E-02	0.3064E-02	0.3195E-02	0.2946E-02
27.5 - 28.5	616	25	0.2489E-02	0.2589E-02	0.2388E-02	0.2975E-02	0.3101E-02	0.2861E-02
28.5 - 29.5	622	25	0.2513E-02	0.2614E-02	0.2412E-02	0.2886E-02	0.3007E-02	0.2776E-02
29.5 - 30.5	618	25	0.2497E-02	0.2597E-02	0.2396E-02	0.2797E-02	0.2913E-02	0.2690E-02
30.5 - 31.5	556	24	0.2246E-02	0.2342E-02	0.2151E-02	0.2707E-02	0.2818E-02	0.2604E-02
31.5 - 32.5	531	23	0.2145E-02	0.2238E-02	0.2052E-02	0.2616E-02	0.2722E-02	0.2516E-02
32.5 - 33.5	525	23	0.2121E-02	0.2214E-02	0.2028E-02	0.2525E-02	0.2626E-02	0.2428E-02
33.5 - 34.5	551	23	0.2226E-02	0.2321E-02	0.2131E-02	0.2433E-02	0.2530E-02	0.2339E-02
34.5 - 35.5	536	23	0.2165E-02	0.2259E-02	0.2072E-02	0.2341E-02	0.2434E-02	0.2249E-02
35.5 - 36.5	452	21	0.1826E-02	0.1912E-02	0.1740E-02	0.2249E-02	0.2338E-02	0.2159E-02
36.5 - 37.5	436	21	0.1761E-02	0.1846E-02	0.1677E-02	0.2156E-02	0.2242E-02	0.2068E-02
37.5 - 38.5	465	22	0.1879E-02	0.1966E-02	0.1791E-02	0.2064E-02	0.2147E-02	0.1978E-02
38.5 - 39.5	414	20	0.1673E-02	0.1756E-02	0.1590E-02	0.1972E-02	0.2053E-02	0.1888E-02
39.5 - 40.5	443	21	0.1790E-02	0.1875E-02	0.1705E-02	0.1881E-02	0.1960E-02	0.1798E-02
40.5 - 41.5	360	19	0.1454E-02	0.1531E-02	0.1378E-02	0.1792E-02	0.1868E-02	0.1710E-02
41.5 - 42.5	384	20	0.1551E-02	0.1631E-02	0.1472E-02	0.1703E-02	0.1778E-02	0.1623E-02
42.5 - 43.5	354	19	0.1430E-02	0.1506E-02	0.1354E-02	0.1616E-02	0.1689E-02	0.1537E-02
43.5 - 44.5	326	18	0.1317E-02	0.1390E-02	0.1244E-02	0.1531E-02	0.1603E-02	0.1454E-02
44.5 - 45.5	326	18	0.1317E-02	0.1390E-02	0.1244E-02	0.1448E-02	0.1519E-02	0.1372E-02
45.5 - 46.5	276	17	0.1115E-02	0.1182E-02	0.1048E-02	0.1367E-02	0.1437E-02	0.1293E-02
46.5 - 47.5	292	17	0.1180E-02	0.1249E-02	0.1111E-02	0.1289E-02	0.1357E-02	0.1215E-02
47.5 - 48.5	258	16	0.1042E-02	0.1107E-02	0.9774E-03	0.1213E-02	0.1280E-02	0.1141E-02
48.5 - 49.5	240	15	0.9696E-03	0.1032E-02	0.9070E-03	0.1140E-02	0.1206E-02	0.1069E-02
49.5 - 50.5	250	16	0.1010E-02	0.1074E-02	0.9461E-03	0.1069E-02	0.1135E-02	0.1000E-02
50.5 - 51.5	206	14	0.8322E-03	0.8902E-03	0.7743E-03	0.1002E-02	0.1066E-02	0.9341E-03
51.5 - 52.5	220	15	0.8888E-03	0.9487E-03	0.8289E-03	0.9367E-03	0.9999E-03	0.8709E-03
52.5 - 53.5	183	14	0.7393E-03	0.7940E-03	0.6847E-03	0.8747E-03	0.9368E-03	0.8106E-03
53.5 - 54.5	161	13	0.6504E-03	0.7017E-03	0.5992E-03	0.8156E-03	0.8765E-03	0.7534E-03
54.5 - 55.5	144	12	0.5818E-03	0.6302E-03	0.5333E-03	0.7595E-03	0.8190E-03	0.6991E-03
55.5 - 56.5	153	12	0.6181E-03	0.6681E-03	0.5681E-03	0.7063E-03	0.7644E-03	0.6478E-03
56.5 - 57.5	116	11	0.4686E-03	0.5122E-03	0.4251E-03	0.6559E-03	0.7125E-03	0.5994E-03
57.5 - 58.5	125	11	0.5050E-03	0.5502E-03	0.4598E-03	0.6083E-03	0.6634E-03	0.5538E-03
58.5 - 59.5	110	10	0.4444E-03	0.4868E-03	0.4020E-03	0.5634E-03	0.6169E-03	0.5111E-03
59.5 - 60.5	105	10	0.4242E-03	0.4656E-03	0.3828E-03	0.5213E-03	0.5730E-03	0.4710E-03
60.5 - 61.5	110	10	0.4444E-03	0.4868E-03	0.4020E-03	0.4817E-03	0.5316E-03	0.4335E-03
61.5 - 62.5	89	9	0.3596E-03	0.3977E-03	0.3214E-03	0.4446E-03	0.4927E-03	0.3985E-03
62.5 - 63.5	83	9	0.3353E-03	0.3721E-03	0.2985E-03	0.4099E-03	0.4562E-03	0.3659E-03
63.5 - 64.5	84	9	0.3394E-03	0.3764E-03	0.3023E-03	0.3776E-03	0.4219E-03	0.3356E-03
64.5 - 65.5	68	8	0.2747E-03	0.3080E-03	0.2414E-03	0.3474E-03	0.3898E-03	0.3076E-03
65.5 - 66.5	68	8	0.2747E-03	0.3080E-03	0.2414E-03	0.3194E-03	0.3598E-03	0.2916E-03
66.5 - 67.5	60	8	0.2424E-03	0.2737E-03	0.2111E-03	0.2933E-03	0.3318E-03	0.2575E-03
67.5 - 68.5	54	7	0.2182E-03	0.2478E-03	0.1885E-03	0.2691E-03	0.3056E-03	0.2352E-03
68.5 - 69.5	63	8	0.2545E-03	0.2866E-03	0.2225E-03	0.2467E-03	0.2812E-03	0.2147E-03
69.5 - 70.5	56	7	0.2262E-03	0.2565E-03	0.1960E-03	0.2259E-03	0.2585E-03	0.1958E-03
70.5 - 71.5	43	7	0.1737E-03	0.2002E-03	0.1472E-03	0.2067E-03	0.2375E-03	0.1784E-03
71.5 - 72.5	49	7	0.1980E-03	0.2262E-03	0.1697E-03	0.1890E-03	0.2179E-03	0.1624E-03
72.5 - 73.5	43	7	0.1737E-03	0.2002E-03	0.1472E-03	0.1727E-03	0.1997E-03	0.1478E-03
73.5 - 74.5	40	6	0.1616E-03	0.1872E-03	0.1360E-03	0.1577E-03	0.1829E-03	0.1343E-03
74.5 - 75.5	35	6	0.1414E-03	0.1653E-03	0.1175E-03	0.1438E-03	0.1674E-03	0.1220E-03
75.5 - 76.5	33	6	0.1333E-03	0.1565E-03	0.1101E-03	0.1311E-03	0.1530E-03	0.1107E-03
76.5 - 77.5	26	5	0.1050E-03	0.1256E-03	0.8444E-04	0.1194E-03	0.1398E-03	0.1005E-03
77.5 - 78.5	31	6	0.1252E-03	0.1477E-03	0.1027E-03	0.1087E-03	0.1275E-03	0.9106E-04
78.5 - 79.5	22	5	0.8888E-04	0.1078E-03	0.6993E-04	0.9893E-04	0.1163E-03	0.8250E-04
79.5 - 80.5	23	5	0.9292E-04	0.1123E-03	0.7354E-04	0.8994E-04	0.1059E-03	0.7470E-04
80.5 - 81.5	16	4	0.6464E-04	0.8080E-04	0.4848E-04	0.8172E-04	0.9635E-04	0.6759E-04
81.5 - 82.5	13	4	0.5252E-04	0.6709E-04	0.3795E-04	0.7420E-04	0.8758E-04	0.6112E-04
82.5 - 83.5	15	4	0.6060E-04	0.7625E-04	0.4495E-04	0.6733E-04	0.7953E-04	0.5524E-04
83.5 - 84.5	18	4	0.7272E-04	0.8986E-04	0.5558E-04	0.6105E-04	0.7214E-04	0.4990E-04
84.5 - 85.5	14	4	0.5656E-04	0.7168E-04	0.4144E-04	0.5533E-04	0.6537E-04	0.4504E-04
85.5 - 86.5	15	4	0.6060E-04	0.7625E-04	0.4495E-04	0.5010E-04	0.5915E-04	0.4063E-04
86.5 - 87.5	4	2	0.1616E-04	0.2424E-04	0.8080E-05	0.4535E-04	0.5348E-04	0.3663E-04
87.5 - 88.5	6	2	0.2424E-04	0.3414E-04	0.1434E-04	0.4100E-04	0.4828E-04	0.3300E-04
88.5 - 89.5	8	3	0.3232E-04	0.4375E-04	0.2089E-04	0.3703E-04	0.4351E-04	0.2969E-04
89.5 - 90.5	8	3	0.3232E-04	0.4375E-04	0.2089E-04	0.3348E-04	0.3922E-04	0.2675E-04
90.5 - 91.5	5	2	0.2020E-04	0.2923E-04	0.1117E-04	0.3008E-04	0.3512E-04	0.2394E-04
91.5 - 92.5	2	1	0.8080E-05	0.1379E-04	0.4040E-05	0.2729E-04	0.3172E-04	0.2166E-04
92.5 - 93.5	3	2	0.1212E-04	0.1912E-04	0.5123E-05	0.2427E-04	0.2806E-04	0.1917E-04
93.5 - 94.5	2	1	0.4040E-05	0.8080E-05	0.4040E-05	0.2217E-04	0.2547E-04	0.1747E-04

THE PRODUCTION RATE FROM 5.5 MEV TO 94.5 MEV IS 0.2207E+00 PARICLES/PI UPPER LIMIT 0.2262E+00 LOWER LIMIT 0.2195E+00.  
THE AVERAGE ENERGY BETWEEN 5.5 MEV AND 94.5 MEV IS 20.1 MEV, UPPER LIMIT 19.1 MEV, LOWER LIMIT 20.8 MEV.

Tritons In Detecotor No.6 Target: 1.4 mm Acetate

ENERGY(MEV)	EVENTS	ERROR	MEASURED PRODUCTION RATES			CORRECTED (UNFOLDED) PRODUCTION RATES		
			VALUE	UPPER LIMIT	LOWER LIMIT	VALUE	UPPER LIMIT	LOWER LIMIT
6.5 - 7.5	876	30	0.3539E-02	0.3659E-02	0.3419E-02	0.2378E-01	0.2475E-01	0.2313E-01
7.5 - 8.5	795	28	0.3212E-02	0.3326E-02	0.3098E-02	0.1782E-01	0.1836E-01	0.1733E-01
8.5 - 9.5	628	25	0.2537E-02	0.2638E-02	0.2436E-02	0.1300E-01	0.1331E-01	0.1262E-01
9.5 - 10.5	567	24	0.2291E-02	0.2387E-02	0.2194E-02	0.9181E-02	0.9423E-02	0.8896E-02
10.5 - 11.5	521	23	0.2105E-02	0.2197E-02	0.2013E-02	0.6697E-02	0.6907E-02	0.6473E-02
11.5 - 12.5	454	21	0.1834E-02	0.1920E-02	0.1748E-02	0.5128E-02	0.5316E-02	0.4943E-02
12.5 - 13.5	436	21	0.1761E-02	0.1846E-02	0.1677E-02	0.4122E-02	0.4292E-02	0.3962E-02
13.5 - 14.5	386	20	0.1559E-02	0.1639E-02	0.1480E-02	0.3458E-02	0.3612E-02	0.3315E-02
14.5 - 15.5	427	21	0.1725E-02	0.1809E-02	0.1642E-02	0.3003E-02	0.3145E-02	0.2872E-02
15.5 - 16.5	410	20	0.1656E-02	0.1738E-02	0.1575E-02	0.2680E-02	0.2811E-02	0.2557E-02
16.5 - 17.5	380	19	0.1535E-02	0.1614E-02	0.1456E-02	0.2440E-02	0.2562E-02	0.2324E-02
17.5 - 18.5	349	19	0.1410E-02	0.1485E-02	0.1334E-02	0.2254E-02	0.2368E-02	0.2144E-02
18.5 - 19.5	360	19	0.1454E-02	0.1531E-02	0.1378E-02	0.2103E-02	0.2210E-02	0.1997E-02
19.5 - 20.5	357	19	0.1442E-02	0.1519E-02	0.1366E-02	0.1975E-02	0.2076E-02	0.1874E-02
20.5 - 21.5	276	17	0.1115E-02	0.1182E-02	0.1048E-02	0.1863E-02	0.1959E-02	0.1765E-02
21.5 - 22.5	315	18	0.1273E-02	0.1344E-02	0.1201E-02	0.1761E-02	0.1852E-02	0.1668E-02
22.5 - 23.5	272	16	0.1099E-02	0.1166E-02	0.1032E-02	0.1667E-02	0.1754E-02	0.1577E-02
23.5 - 24.5	285	17	0.1151E-02	0.1220E-02	0.1083E-02	0.1578E-02	0.1662E-02	0.1492E-02
24.5 - 25.5	269	16	0.1087E-02	0.1153E-02	0.1020E-02	0.1493E-02	0.1574E-02	0.1410E-02
25.5 - 26.5	257	16	0.1038E-02	0.1103E-02	0.9735E-03	0.1413E-02	0.1490E-02	0.1332E-02
26.5 - 27.5	235	15	0.9494E-03	0.1011E-02	0.8875E-03	0.1334E-02	0.1409E-02	0.1257E-02
27.5 - 28.5	214	15	0.8646E-03	0.9237E-03	0.8055E-03	0.1259E-02	0.1331E-02	0.1184E-02
28.5 - 29.5	204	14	0.8242E-03	0.8819E-03	0.7665E-03	0.1186E-02	0.1256E-02	0.1114E-02
29.5 - 30.5	218	15	0.8807E-03	0.9404E-03	0.8211E-03	0.1116E-02	0.1184E-02	0.1046E-02
30.5 - 31.5	180	13	0.7272E-03	0.7814E-03	0.6730E-03	0.1048E-02	0.1114E-02	0.9810E-03
31.5 - 32.5	178	13	0.7191E-03	0.7730E-03	0.6652E-03	0.9830E-03	0.1047E-02	0.9186E-03
32.5 - 33.5	171	13	0.6908E-03	0.7437E-03	0.6380E-03	0.9210E-03	0.9830E-03	0.8588E-03
33.5 - 34.5	169	13	0.6828E-03	0.7353E-03	0.6302E-03	0.8617E-03	0.9219E-03	0.8016E-03
34.5 - 35.5	134	12	0.5414E-03	0.5881E-03	0.4946E-03	0.8051E-03	0.8635E-03	0.7471E-03
35.5 - 36.5	149	12	0.6020E-03	0.6513E-03	0.5526E-03	0.7512E-03	0.8078E-03	0.6953E-03
36.5 - 37.5	138	12	0.5575E-03	0.6050E-03	0.5101E-03	0.7000E-03	0.7549E-03	0.6461E-03
37.5 - 38.5	134	12	0.5414E-03	0.5881E-03	0.4946E-03	0.6516E-03	0.7047E-03	0.5959E-03
38.5 - 39.5	107	10	0.4323E-03	0.4741E-03	0.3905E-03	0.6058E-03	0.6573E-03	0.5556E-03
39.5 - 40.5	101	10	0.4080E-03	0.4486E-03	0.3674E-03	0.5628E-03	0.6126E-03	0.5144E-03
40.5 - 41.5	93	10	0.3757E-03	0.4147E-03	0.3368E-03	0.5224E-03	0.5704E-03	0.4756E-03
41.5 - 42.5	95	10	0.3838E-03	0.4232E-03	0.3444E-03	0.4843E-03	0.5307E-03	0.4393E-03
42.5 - 43.5	91	10	0.3676E-03	0.4062E-03	0.3291E-03	0.4487E-03	0.4934E-03	0.4053E-03
43.5 - 44.5	85	9	0.3434E-03	0.3806E-03	0.3062E-03	0.4153E-03	0.4583E-03	0.3735E-03
44.5 - 45.5	70	8	0.2828E-03	0.3166E-03	0.2490E-03	0.3840E-03	0.4255E-03	0.3438E-03
45.5 - 46.5	87	9	0.3515E-03	0.3892E-03	0.3138E-03	0.3549E-03	0.3947E-03	0.3162E-03
46.5 - 47.5	47	7	0.1899E-03	0.2176E-03	0.1622E-03	0.3277E-03	0.3660E-03	0.2906E-03
47.5 - 48.5	62	8	0.2505E-03	0.2823E-03	0.2187E-03	0.3024E-03	0.3391E-03	0.2668E-03
48.5 - 49.5	56	7	0.2262E-03	0.2565E-03	0.1960E-03	0.2789E-03	0.3140E-03	0.2447E-03
49.5 - 50.5	51	7	0.2060E-03	0.2349E-03	0.1772E-03	0.2570E-03	0.2907E-03	0.2242E-03
50.5 - 51.5	51	7	0.2060E-03	0.2349E-03	0.1772E-03	0.2368E-03	0.2689E-03	0.2054E-03
51.5 - 52.5	29	5	0.1172E-03	0.1389E-03	0.9540E-04	0.2180E-03	0.2487E-03	0.1880E-03
52.5 - 53.5	43	7	0.1737E-03	0.2002E-03	0.1472E-03	0.2006E-03	0.2299E-03	0.1719E-03
53.5 - 54.5	40	6	0.1616E-03	0.1872E-03	0.1360E-03	0.1845E-03	0.2125E-03	0.1571E-03
54.5 - 55.5	31	6	0.1252E-03	0.1477E-03	0.1027E-03	0.1696E-03	0.1962E-03	0.1434E-03
55.5 - 56.5	27	5	0.1091E-03	0.1301E-03	0.8809E-04	0.1559E-03	0.1812E-03	0.1308E-03
56.5 - 57.5	26	5	0.1050E-03	0.1256E-03	0.8444E-04	0.1431E-03	0.1672E-03	0.1193E-03
57.5 - 58.5	29	5	0.1172E-03	0.1389E-03	0.9540E-04	0.1314E-03	0.1542E-03	0.1087E-03
58.5 - 59.5	26	5	0.1050E-03	0.1256E-03	0.8444E-04	0.1205E-03	0.1422E-03	0.9897E-04
59.5 - 60.5	26	5	0.1050E-03	0.1256E-03	0.8444E-04	0.1106E-03	0.1311E-03	0.9006E-04
60.5 - 61.5	21	5	0.8484E-04	0.1034E-03	0.6633E-04	0.1013E-03	0.1208E-03	0.8188E-04
61.5 - 62.5	24	5	0.9696E-04	0.1168E-03	0.7717E-04	0.9283E-04	0.1113E-03	0.7439E-04
62.5 - 63.5	16	4	0.6464E-04	0.8080E-04	0.4848E-04	0.8504E-04	0.1025E-03	0.6756E-04
63.5 - 64.5	13	4	0.5252E-04	0.6709E-04	0.3795E-04	0.7787E-04	0.9440E-04	0.6132E-04
64.5 - 65.5	13	4	0.5252E-04	0.6709E-04	0.3795E-04	0.7125E-04	0.8687E-04	0.5560E-04
65.5 - 66.5	7	3	0.2828E-04	0.3897E-04	0.1759E-04	0.6515E-04	0.7989E-04	0.5037E-04
66.5 - 67.5	8	3	0.3232E-04	0.4375E-04	0.2089E-04	0.5958E-04	0.7349E-04	0.4561E-04
67.5 - 68.5	10	3	0.4040E-04	0.5318E-04	0.2762E-04	0.5447E-04	0.6759E-04	0.4130E-04
68.5 - 69.5	13	4	0.5252E-04	0.6709E-04	0.3795E-04	0.4975E-04	0.6211E-04	0.3733E-04
69.5 - 70.5	9	3	0.3636E-04	0.4848E-04	0.2424E-04	0.4540E-04	0.5703E-04	0.3371E-04
70.5 - 71.5	11	3	0.4444E-04	0.5784E-04	0.3104E-04	0.4144E-04	0.5238E-04	0.3044E-04
71.5 - 72.5	9	3	0.3636E-04	0.4848E-04	0.2424E-04	0.3781E-04	0.4811E-04	0.2747E-04
72.5 - 73.5	8	3	0.3232E-04	0.4375E-04	0.2089E-04	0.3444E-04	0.4411E-04	0.2473E-04
73.5 - 74.5	8	3	0.3232E-04	0.4375E-04	0.2089E-04	0.3134E-04	0.4041E-04	0.2223E-04
74.5 - 75.5	8	3	0.3232E-04	0.4375E-04	0.2089E-04	0.2854E-04	0.3705E-04	0.2000E-04
75.5 - 76.5	3	2	0.1212E-04	0.1912E-04	0.5123E-05	0.2597E-04	0.3396E-04	0.1797E-04
76.5 - 77.5	4	2	0.1616E-04	0.2424E-04	0.8080E-05	0.2356E-04	0.3104E-04	0.1608E-04
77.5 - 78.5	3	2	0.1212E-04	0.1912E-04	0.5123E-05	0.2135E-04	0.2835E-04	0.1437E-04
78.5 - 79.5	7	3	0.2828E-04	0.3897E-04	0.1759E-04	0.1940E-04	0.2595E-04	0.1287E-04
79.5 - 80.5	4	2	0.1616E-04	0.2424E-04	0.8080E-05	0.1758E-04	0.2371E-04	0.1149E-04
80.5 - 81.5	2	1	0.8080E-05	0.1379E-04	0.4040E-05	0.1582E-04	0.2153E-04	0.1016E-04
81.5 - 82.5	2	1	0.4040E-05	0.8080E-05	0.4040E-05	0.1428E-04	0.1961E-04	0.9014E-05
82.5 - 83.5	4	2	0.1616E-04	0.2424E-04	0.8080E-05	0.1296E-04	0.1795E-04	0.8039E-05
83.5 - 84.5	2	1	0.8080E-05	0.1379E-04	0.4040E-05	0.1161E-04	0.1625E-04	0.7056E-05
84.5 - 85.5	2	1	0.8080E-05	0.1379E-04	0.4040E-05	0.1030E-04	0.1459E-04	0.6107E-05
85.5 - 86.5	2	1	0.4040E-05	0.8080E-05	0.4040E-05	0.9380E-05	0.1340E-04	0.5457E-05

THE PRODUCTION RATE FROM 6.5 MEV TO 86.5 MEV IS 0.1270E+03 PARICLES/PI UPPER LIMIT 0.1283E+00 LOWER LIMIT 0.1259E+00.  
 THE AVERAGE ENRGY BETWEEN 6.5 MEV AND 86.5 MEV IS 15.6 MEV, UPPER LIMIT 14.9 MEV, LOWER LIMIT 16.3 MEV.

Helium-3 Target: 1.4 mm Acetate

Table with columns: ENERGY(MEV), EVENTS, ERROR, MEASURED PRODUCTION RATES (VALUE, UPPER LIMIT, LOWER LIMIT), CORRECTED (UNFOLDED) PRODUCTION RATES (VALUE, UPPER LIMIT, LOWER LIMIT). Rows show data for energy bins from 6.5 to 56.5 MeV.

THE PRODUCTION RATE FROM THE AVERAGE ENERGY BETWEEN 6.5 MEV TO 6.5 MEV AND 56.5 MEV IS 0.3237E-01 PARICLES/PI UPPER LIMIT 0.3371E-01 LOWER LIMIT 0.3108E-01. 12.2 MEV, LOWER LIMIT 15.7 MEV.

Helium-4 Target: 1.4 mm Acetate

Table with columns: ENERGY(MEV), EVENTS, ERROR, MEASURED PRODUCTION RATES (VALUE, UPPER LIMIT, LOWER LIMIT), CORRECTED (UNFOLDED) PRODUCTION RATES (VALUE, UPPER LIMIT, LOWER LIMIT). Rows show data for energy bins from 3.5 to 56.5 MeV.

THE PRODUCTION RATE FROM THE AVERAGE ENERGY BETWEEN 3.5 MEV TO 3.5 MEV AND 57.5 MEV IS 0.4074E+00 PARICLES/PI UPPER LIMIT 0.4133E+00 LOWER LIMIT 0.4000E+00. 8.3 MEV, LOWER LIMIT 9.2 MEV.

OS

Protons Target: 1.4 mm Mylar

ENERGY(MEV)	EVENTS	ERROR	MEASURED PRODUCTION RATES			CORRECTED (UNFOLDED) PRODUCTION RATES		
			VALUE	UPPER LIMIT	LOWER LIMIT	VALUE	UPPER LIMIT	LOWER LIMIT
5.5 - 6.5	1491	39	0.7127E-02	0.7312E-02	0.6942E-02	0.1625E-01	0.1536E-01	0.1566E-01
6.5 - 7.5	1413	38	0.6754E-02	0.6934E-02	0.6574E-02	0.1510E-01	0.1556E-01	0.1469E-01
7.5 - 8.5	1407	38	0.6725E-02	0.6905E-02	0.6546E-02	0.1322E-01	0.1390E-01	0.1294E-01
8.5 - 9.5	1306	36	0.6243E-02	0.6415E-02	0.6070E-02	0.1094E-01	0.1122E-01	0.1073E-01
9.5 - 10.5	1193	35	0.5703E-02	0.5868E-02	0.5537E-02	0.9408E-02	0.9545E-02	0.9197E-02
10.5 - 11.5	1262	36	0.6032E-02	0.6202E-02	0.5863E-02	0.8449E-02	0.8578E-02	0.8224E-02
11.5 - 12.5	1208	35	0.5774E-02	0.5940E-02	0.5608E-02	0.7826E-02	0.7990E-02	0.7595E-02
12.5 - 13.5	1205	35	0.5760E-02	0.5926E-02	0.5594E-02	0.7392E-02	0.7591E-02	0.7163E-02
13.5 - 14.5	1141	34	0.5454E-02	0.5615E-02	0.5293E-02	0.7061E-02	0.7281E-02	0.6840E-02
14.5 - 15.5	1112	33	0.5315E-02	0.5475E-02	0.5156E-02	0.6788E-02	0.7014E-02	0.6579E-02
15.5 - 16.5	1152	34	0.5507E-02	0.5669E-02	0.5344E-02	0.6546E-02	0.6769E-02	0.6350E-02
16.5 - 17.5	1117	33	0.5339E-02	0.5499E-02	0.5180E-02	0.6324E-02	0.6537E-02	0.6144E-02
17.5 - 18.5	1099	33	0.5253E-02	0.5412E-02	0.5095E-02	0.6115E-02	0.6315E-02	0.5941E-02
18.5 - 19.5	1101	33	0.5263E-02	0.5421E-02	0.5104E-02	0.5915E-02	0.6102E-02	0.5750E-02
19.5 - 20.5	1032	32	0.4933E-02	0.5087E-02	0.4779E-02	0.5723E-02	0.5897E-02	0.5563E-02
20.5 - 21.5	970	31	0.4637E-02	0.4785E-02	0.4488E-02	0.5537E-02	0.5700E-02	0.5382E-02
21.5 - 22.5	960	31	0.4589E-02	0.4737E-02	0.4441E-02	0.5358E-02	0.5513E-02	0.5205E-02
22.5 - 23.5	950	31	0.4541E-02	0.4688E-02	0.4394E-02	0.5186E-02	0.5334E-02	0.5034E-02
23.5 - 24.5	937	31	0.4479E-02	0.4625E-02	0.4333E-02	0.5021E-02	0.5164E-02	0.4869E-02
24.5 - 25.5	903	30	0.4316E-02	0.4460E-02	0.4173E-02	0.4861E-02	0.5002E-02	0.4710E-02
25.5 - 26.5	845	29	0.4039E-02	0.4178E-02	0.3900E-02	0.4708E-02	0.4847E-02	0.4557E-02
26.5 - 27.5	888	30	0.4245E-02	0.4387E-02	0.4102E-02	0.4562E-02	0.4700E-02	0.4410E-02
27.5 - 28.5	820	29	0.3920E-02	0.4056E-02	0.3783E-02	0.4421E-02	0.4559E-02	0.4269E-02
28.5 - 29.5	819	29	0.3915E-02	0.4052E-02	0.3778E-02	0.4286E-02	0.4424E-02	0.4134E-02
29.5 - 30.5	771	28	0.3685E-02	0.3818E-02	0.3553E-02	0.4156E-02	0.4295E-02	0.4004E-02
30.5 - 31.5	766	28	0.3661E-02	0.3794E-02	0.3529E-02	0.4031E-02	0.4171E-02	0.3880E-02
31.5 - 32.5	723	27	0.3456E-02	0.3584E-02	0.3327E-02	0.3911E-02	0.4052E-02	0.3762E-02
32.5 - 33.5	715	27	0.3418E-02	0.3546E-02	0.3290E-02	0.3795E-02	0.3937E-02	0.3648E-02
33.5 - 34.5	705	27	0.3370E-02	0.3497E-02	0.3243E-02	0.3684E-02	0.3826E-02	0.3538E-02
34.5 - 35.5	769	28	0.3676E-02	0.3808E-02	0.3543E-02	0.3577E-02	0.3718E-02	0.3433E-02
35.5 - 36.5	656	26	0.3136E-02	0.3258E-02	0.3013E-02	0.3473E-02	0.3613E-02	0.3322E-02
36.5 - 37.5	652	26	0.3117E-02	0.3239E-02	0.2995E-02	0.3372E-02	0.3511E-02	0.3234E-02
37.5 - 38.5	621	25	0.2968E-02	0.3087E-02	0.2849E-02	0.3274E-02	0.3412E-02	0.3140E-02
38.5 - 39.5	645	25	0.3083E-02	0.3204E-02	0.2962E-02	0.3179E-02	0.3315E-02	0.3048E-02
39.5 - 40.5	594	24	0.2839E-02	0.2956E-02	0.2723E-02	0.3087E-02	0.3220E-02	0.2959E-02
40.5 - 41.5	614	25	0.2935E-02	0.3053E-02	0.2816E-02	0.2996E-02	0.3128E-02	0.2872E-02
41.5 - 42.5	564	24	0.2696E-02	0.2809E-02	0.2582E-02	0.2908E-02	0.3037E-02	0.2788E-02
42.5 - 43.5	561	24	0.2682E-02	0.2795E-02	0.2568E-02	0.2822E-02	0.2947E-02	0.2705E-02
43.5 - 44.5	568	24	0.2715E-02	0.2829E-02	0.2601E-02	0.2737E-02	0.2859E-02	0.2624E-02
44.5 - 45.5	549	23	0.2624E-02	0.2736E-02	0.2512E-02	0.2654E-02	0.2773E-02	0.2544E-02
45.5 - 46.5	508	23	0.2428E-02	0.2536E-02	0.2321E-02	0.2572E-02	0.2688E-02	0.2466E-02
46.5 - 47.5	476	22	0.2275E-02	0.2380E-02	0.2171E-02	0.2492E-02	0.2604E-02	0.2389E-02
47.5 - 48.5	449	21	0.2146E-02	0.2248E-02	0.2045E-02	0.2413E-02	0.2521E-02	0.2313E-02
48.5 - 49.5	452	21	0.2161E-02	0.2262E-02	0.2059E-02	0.2335E-02	0.2440E-02	0.2238E-02
49.5 - 50.5	437	21	0.2089E-02	0.2189E-02	0.1989E-02	0.2258E-02	0.2360E-02	0.2163E-02
50.5 - 51.5	432	21	0.2065E-02	0.2164E-02	0.1966E-02	0.2182E-02	0.2280E-02	0.2090E-02
51.5 - 52.5	393	20	0.1879E-02	0.1973E-02	0.1784E-02	0.2107E-02	0.2203E-02	0.2017E-02
52.5 - 53.5	426	21	0.2036E-02	0.2135E-02	0.1938E-02	0.2033E-02	0.2126E-02	0.1945E-02
53.5 - 54.5	450	21	0.2151E-02	0.2252E-02	0.2050E-02	0.1960E-02	0.2050E-02	0.1874E-02
54.5 - 55.5	369	19	0.1764E-02	0.1856E-02	0.1672E-02	0.1888E-02	0.1975E-02	0.1803E-02
55.5 - 56.5	333	18	0.1592E-02	0.1679E-02	0.1505E-02	0.1817E-02	0.1902E-02	0.1733E-02
56.5 - 57.5	323	18	0.1544E-02	0.1630E-02	0.1458E-02	0.1747E-02	0.1829E-02	0.1664E-02
57.5 - 58.5	294	17	0.1405E-02	0.1487E-02	0.1323E-02	0.1678E-02	0.1758E-02	0.1596E-02
58.5 - 59.5	334	18	0.1597E-02	0.1684E-02	0.1509E-02	0.1609E-02	0.1688E-02	0.1529E-02
59.5 - 60.5	293	17	0.1401E-02	0.1482E-02	0.1319E-02	0.1542E-02	0.1619E-02	0.1462E-02
60.5 - 61.5	260	16	0.1243E-02	0.1320E-02	0.1166E-02	0.1476E-02	0.1552E-02	0.1397E-02
61.5 - 62.5	324	18	0.1549E-02	0.1635E-02	0.1463E-02	0.1411E-02	0.1485E-02	0.1332E-02
62.5 - 63.5	259	16	0.1239E-02	0.1315E-02	0.1161E-02	0.1347E-02	0.1420E-02	0.1269E-02
63.5 - 64.5	264	16	0.1262E-02	0.1340E-02	0.1184E-02	0.1284E-02	0.1357E-02	0.1207E-02
64.5 - 65.5	239	15	0.1142E-02	0.1216E-02	0.1069E-02	0.1223E-02	0.1294E-02	0.1146E-02
65.5 - 66.5	219	15	0.1042E-02	0.1113E-02	0.9715E-03	0.1163E-02	0.1233E-02	0.1087E-02
66.5 - 67.5	231	15	0.1104E-02	0.1177E-02	0.1032E-02	0.1104E-02	0.1174E-02	0.1029E-02
67.5 - 68.5	210	14	0.1004E-02	0.1073E-02	0.9345E-03	0.1047E-02	0.1116E-02	0.9725E-03
68.5 - 69.5	190	14	0.9082E-03	0.9741E-03	0.8423E-03	0.9913E-03	0.1059E-02	0.9177E-03
69.5 - 70.5	188	14	0.8986E-03	0.9642E-03	0.8331E-03	0.9371E-03	0.1004E-02	0.8647E-03
70.5 - 71.5	178	13	0.8508E-03	0.9146E-03	0.7871E-03	0.8845E-03	0.9507E-03	0.8133E-03
71.5 - 72.5	176	13	0.8413E-03	0.9047E-03	0.7779E-03	0.8336E-03	0.8988E-03	0.7637E-03
72.5 - 73.5	167	13	0.7983E-03	0.8600E-03	0.7365E-03	0.7844E-03	0.8485E-03	0.7160E-03
73.5 - 74.5	159	13	0.7600E-03	0.8203E-03	0.6997E-03	0.7368E-03	0.7998E-03	0.6701E-03
74.5 - 75.5	140	12	0.6692E-03	0.7258E-03	0.6126E-03	0.6910E-03	0.7528E-03	0.6262E-03
75.5 - 76.5	99	10	0.4732E-03	0.5208E-03	0.4257E-03	0.6470E-03	0.7074E-03	0.5841E-03
76.5 - 77.5	109	10	0.5210E-03	0.5709E-03	0.4711E-03	0.6047E-03	0.6637E-03	0.5439E-03
77.5 - 78.5	117	11	0.5593E-03	0.6110E-03	0.5076E-03	0.5642E-03	0.6216E-03	0.5057E-03
78.5 - 79.5	100	10	0.4780E-03	0.5258E-03	0.4302E-03	0.5255E-03	0.5812E-03	0.4694E-03
79.5 - 80.5	95	10	0.4541E-03	0.5007E-03	0.4075E-03	0.4886E-03	0.5424E-03	0.4349E-03
80.5 - 81.5	76	9	0.3633E-03	0.4050E-03	0.3216E-03	0.4535E-03	0.5053E-03	0.4024E-03
81.5 - 82.5	85	9	0.4063E-03	0.4504E-03	0.3622E-03	0.4201E-03	0.4699E-03	0.3717E-03
82.5 - 83.5	67	8	0.3203E-03	0.3594E-03	0.2811E-03	0.3885E-03	0.4361E-03	0.3427E-03
83.5 - 84.5	58	8	0.2772E-03	0.3136E-03	0.2408E-03	0.3586E-03	0.4039E-03	0.3155E-03
84.5 - 85.5	69	8	0.3298E-03	0.3695E-03	0.2901E-03	0.3733E-03	0.4291E-03	0.3333E-03
85.5 - 86.5	59	8	0.2820E-03	0.3187E-03	0.2453E-03	0.3037E-03	0.3443E-03	0.2663E-03
86.5 - 87.5	60	8	0.2868E-03	0.3238E-03	0.2498E-03	0.2787E-03	0.3169E-03	0.2441E-03
87.5 - 88.5	47	7	0.2247E-03	0.2574E-03	0.1919E-03	0.2553E-03	0.2909E-03	0.2234E-03
88.5 - 89.5	45	7	0.2151E-03	0.2472E-03	0.1830E-03	0.2333E-03	0.2665E-03	0.2041E-03
89.5 - 90.5	43	7	0.2055E-03	0.2369E-03	0.1742E-03	0.2128E-03	0.2435E-03	0.1863E-03
90.5 - 91.5	44	7	0.2103E-03	0.2420E-03	0.1786E-03	0.1937E-03	0.2220E-03	0.1698E-03
91.5 - 92.5	50	7	0.2390E-03	0.2728E-03	0.2052E-03	0.1760E-03	0.2018E-03	0.1545E-03
92.5 - 93.5	38	6	0.1816E-03	0.2111E-03	0.1522E-03	0.1595E-03	0.1829E-03	0.1404E-03
93.5 - 94.5	20	4	0.9560E-04	0.1170E-03	0.7422E-04	0.1443E-03	0.1653E-03	0.1275E-03
94.5 - 95.5	30	5	0.1434E-03	0.1696E-03	0.1172E-03	0.1302E-03	0.1490E-03	0.1156E-03
95.5 - 96.5	26	5	0.1243E-03	0.1487E-03	0.9991E-04	0.1172E-03	0.1338E-03	0.1047E-03
96.5 - 97.5	36	6	0.1721E-03	0.2008E-03	0.1434E-03	0.1052E-03	0.1198E-03	0.9464E-04
97.5 - 98.5	19	4	0.9082E-04	0.1117E-03	0.6998E-04	0.9422E-04	0.1068E-03	0.8548E-04
98.5 - 99.5	14	4	0.6692E-04	0.8481E-04	0.4903E-04	0.8416E-04	0.9493E-04	0.7711E-04
99.5 - 100.5	7	3	0.3346E-04	0.4611E-04	0.2081E-04	0.7494E-04	0.8398E-04	0.6947E-04
100.5 - 101.5	6	2	0.2868E-04	0.4039E-04	0.1697E-04	0.6657E-04	0.7400E-04	0.6255E-04
101.5 - 102.5	4	2	0.1912E-04	0.2868E-04	0.9560E-05	0.5880E-04	0.6471E-04	0.5613E-04
102.5 - 103.5	4							

### Deuterons Target: 1.4 mm Mylar

ENERGY(MEV)	EVENTS	ERROR	MEASURED PRODUCTION RATES			CORRECTED (UNFOLDED) PRODUCTION RATES		
			VALUE	UPPER LIMIT	LOWER LIMIT	VALUE	UPPER LIMIT	LOWER LIMIT
5.5 - 6.5	1035	32	.0.4947E-02	0.5101E-02	0.4794E-02	0.2809E-01	0.2860E-01	0.2682E-01
6.5 - 7.5	903	30	0.4316E-02	0.4460E-02	0.4173E-02	0.1869E-01	0.1922E-01	0.1799E-01
7.5 - 8.5	863	29	0.4125E-02	0.4266E-02	0.3985E-02	0.1300E-01	0.1349E-01	0.1261E-01
8.5 - 9.5	810	28	0.3872E-02	0.4008E-02	0.3736E-02	0.9884E-02	0.1027E-01	0.9618E-02
9.5 - 10.5	797	28	0.3810E-02	0.3945E-02	0.3675E-02	0.8099E-02	0.8311E-02	0.7794E-02
10.5 - 11.5	741	27	0.3542E-02	0.3672E-02	0.3412E-02	0.6802E-02	0.7045E-02	0.6611E-02
11.5 - 12.5	743	27	0.3552E-02	0.3682E-02	0.3421E-02	0.5980E-02	0.6183E-02	0.5801E-02
12.5 - 13.5	699	26	0.3341E-02	0.3468E-02	0.3215E-02	0.5395E-02	0.5571E-02	0.5221E-02
13.5 - 14.5	679	26	0.3246E-02	0.3370E-02	0.3121E-02	0.4961E-02	0.5120E-02	0.4791E-02
14.5 - 15.5	652	26	0.3117E-02	0.3239E-02	0.2995E-02	0.4628E-02	0.4776E-02	0.4461E-02
15.5 - 16.5	624	25	0.2983E-02	0.3102E-02	0.2863E-02	0.4363E-02	0.4504E-02	0.4198E-02
16.5 - 17.5	626	25	0.2992E-02	0.3112E-02	0.2873E-02	0.4147E-02	0.4284E-02	0.3984E-02
17.5 - 18.5	591	24	0.2825E-02	0.2941E-02	0.2709E-02	0.3964E-02	0.4100E-02	0.3805E-02
18.5 - 19.5	627	25	0.2997E-02	0.3117E-02	0.2877E-02	0.3807E-02	0.3942E-02	0.3651E-02
19.5 - 20.5	601	25	0.2873E-02	0.2990E-02	0.2756E-02	0.3668E-02	0.3802E-02	0.3514E-02
20.5 - 21.5	600	24	0.2868E-02	0.2985E-02	0.2751E-02	0.3542E-02	0.3676E-02	0.3392E-02
21.5 - 22.5	611	25	0.2921E-02	0.3039E-02	0.2802E-02	0.3426E-02	0.3560E-02	0.3280E-02
22.5 - 23.5	570	24	0.2725E-02	0.2839E-02	0.2610E-02	0.3318E-02	0.3452E-02	0.3175E-02
23.5 - 24.5	552	23	0.2639E-02	0.2751E-02	0.2526E-02	0.3215E-02	0.3349E-02	0.3076E-02
24.5 - 25.5	549	23	0.2624E-02	0.2736E-02	0.2512E-02	0.3117E-02	0.3250E-02	0.2982E-02
25.5 - 26.5	549	23	0.2624E-02	0.2736E-02	0.2512E-02	0.3021E-02	0.3154E-02	0.2890E-02
26.5 - 27.5	521	23	0.2490E-02	0.2599E-02	0.2381E-02	0.2929E-02	0.3060E-02	0.2802E-02
27.5 - 28.5	469	22	0.2242E-02	0.2345E-02	0.2138E-02	0.2838E-02	0.2968E-02	0.2715E-02
28.5 - 29.5	533	23	0.2548E-02	0.2658E-02	0.2437E-02	0.2749E-02	0.2876E-02	0.2629E-02
29.5 - 30.5	462	21	0.2208E-02	0.2311E-02	0.2106E-02	0.2661E-02	0.2786E-02	0.2544E-02
30.5 - 31.5	477	22	0.2280E-02	0.2384E-02	0.2176E-02	0.2574E-02	0.2697E-02	0.2461E-02
31.5 - 32.5	427	21	0.2041E-02	0.2140E-02	0.1942E-02	0.2488E-02	0.2608E-02	0.2378E-02
32.5 - 33.5	455	21	0.2175E-02	0.2277E-02	0.2073E-02	0.2402E-02	0.2520E-02	0.2296E-02
33.5 - 34.5	383	20	0.1831E-02	0.1924E-02	0.1737E-02	0.2318E-02	0.2433E-02	0.2214E-02
34.5 - 35.5	414	19	0.1979E-02	0.2076E-02	0.1882E-02	0.2234E-02	0.2346E-02	0.2134E-02
35.5 - 36.5	368	20	0.1759E-02	0.1851E-02	0.1667E-02	0.2152E-02	0.2261E-02	0.2054E-02
36.5 - 37.5	378	19	0.1807E-02	0.1900E-02	0.1714E-02	0.2070E-02	0.2176E-02	0.1974E-02
37.5 - 38.5	410	20	0.1960E-02	0.2057E-02	0.1863E-02	0.1989E-02	0.2092E-02	0.1896E-02
38.5 - 39.5	368	19	0.1759E-02	0.1851E-02	0.1667E-02	0.1909E-02	0.2009E-02	0.1818E-02
39.5 - 40.5	334	18	0.1597E-02	0.1688E-02	0.1509E-02	0.1831E-02	0.1927E-02	0.1742E-02
40.5 - 41.5	338	18	0.1616E-02	0.1704E-02	0.1528E-02	0.1753E-02	0.1847E-02	0.1666E-02
41.5 - 42.5	327	18	0.1563E-02	0.1649E-02	0.1477E-02	0.1677E-02	0.1767E-02	0.1592E-02
42.5 - 43.5	300	17	0.1434E-02	0.1517E-02	0.1351E-02	0.1602E-02	0.1690E-02	0.1519E-02
43.5 - 44.5	261	16	0.1248E-02	0.1325E-02	0.1170E-02	0.1529E-02	0.1614E-02	0.1448E-02
44.5 - 45.5	284	17	0.1358E-02	0.1438E-02	0.1277E-02	0.1458E-02	0.1540E-02	0.1378E-02
45.5 - 46.5	248	16	0.1185E-02	0.1261E-02	0.1110E-02	0.1388E-02	0.1467E-02	0.1310E-02
46.5 - 47.5	216	15	0.1032E-02	0.1103E-02	0.9622E-03	0.1319E-02	0.1396E-02	0.1243E-02
47.5 - 48.5	219	15	0.1047E-02	0.1118E-02	0.9761E-03	0.1253E-02	0.1327E-02	0.1178E-02
48.5 - 49.5	223	15	0.1066E-02	0.1137E-02	0.9946E-03	0.1189E-02	0.1261E-02	0.1115E-02
49.5 - 50.5	193	14	0.9225E-03	0.9889E-03	0.8561E-03	0.1126E-02	0.1196E-02	0.1054E-02
50.5 - 51.5	198	14	0.9464E-03	0.1014E-02	0.8792E-03	0.1065E-02	0.1133E-02	0.9951E-03
51.5 - 52.5	188	14	0.8986E-03	0.9642E-03	0.8331E-03	0.1007E-02	0.1072E-02	0.9380E-03
52.5 - 53.5	178	13	0.8508E-03	0.9146E-03	0.7871E-03	0.9501E-03	0.1014E-02	0.8828E-03
53.5 - 54.5	150	12	0.7170E-03	0.7755E-03	0.6585E-03	0.8955E-03	0.9571E-03	0.8297E-03
54.5 - 55.5	157	13	0.7505E-03	0.8104E-03	0.6906E-03	0.8430E-03	0.9027E-03	0.7787E-03
55.5 - 56.5	150	12	0.7170E-03	0.7755E-03	0.6585E-03	0.7925E-03	0.8504E-03	0.7297E-03
56.5 - 57.5	119	11	0.5688E-03	0.6210E-03	0.5167E-03	0.7441E-03	0.8003E-03	0.6828E-03
57.5 - 58.5	117	11	0.5593E-03	0.6110E-03	0.5076E-03	0.6977E-03	0.7522E-03	0.6380E-03
58.5 - 59.5	139	12	0.6644E-03	0.7208E-03	0.6081E-03	0.6534E-03	0.7042E-03	0.5952E-03
59.5 - 60.5	112	11	0.5354E-03	0.5895E-03	0.4848E-03	0.6111E-03	0.6624E-03	0.5546E-03
60.5 - 61.5	107	10	0.5115E-03	0.5609E-03	0.4620E-03	0.5707E-03	0.6205E-03	0.5159E-03
61.5 - 62.5	96	10	0.4589E-03	0.5057E-03	0.4120E-03	0.5323E-03	0.5806E-03	0.4791E-03
62.5 - 63.5	85	9	0.4063E-03	0.4504E-03	0.3622E-03	0.4959E-03	0.5427E-03	0.4444E-03
63.5 - 64.5	86	9	0.4111E-03	0.4554E-03	0.3668E-03	0.4613E-03	0.5066E-03	0.4115E-03
64.5 - 65.5	72	8	0.3442E-03	0.3847E-03	0.3036E-03	0.4286E-03	0.4725E-03	0.3805E-03
65.5 - 66.5	76	9	0.3633E-03	0.4050E-03	0.3216E-03	0.3977E-03	0.4401E-03	0.3513E-03
66.5 - 67.5	53	7	0.2533E-03	0.2881E-03	0.2185E-03	0.3685E-03	0.4095E-03	0.3239E-03
67.5 - 68.5	63	8	0.3011E-03	0.3391E-03	0.2632E-03	0.3410E-03	0.3806E-03	0.2981E-03
68.5 - 69.5	44	7	0.2103E-03	0.2420E-03	0.1786E-03	0.3151E-03	0.3534E-03	0.2740E-03
69.5 - 70.5	38	6	0.1816E-03	0.2111E-03	0.1522E-03	0.2908E-03	0.3277E-03	0.2514E-03
70.5 - 71.5	46	7	0.2199E-03	0.2523E-03	0.1875E-03	0.2680E-03	0.3036E-03	0.2303E-03
71.5 - 72.5	51	7	0.2438E-03	0.2779E-03	0.2096E-03	0.2466E-03	0.2809E-03	0.2107E-03
72.5 - 73.5	39	6	0.1864E-03	0.2163E-03	0.1566E-03	0.2266E-03	0.2595E-03	0.1924E-03
73.5 - 74.5	32	6	0.1530E-03	0.1800E-03	0.1259E-03	0.2079E-03	0.2395E-03	0.1753E-03
74.5 - 75.5	36	6	0.1721E-03	0.2008E-03	0.1434E-03	0.1904E-03	0.2208E-03	0.1596E-03
75.5 - 76.5	34	6	0.1625E-03	0.1904E-03	0.1346E-03	0.1742E-03	0.2033E-03	0.1449E-03
76.5 - 77.5	43	7	0.2055E-03	0.2369E-03	0.1742E-03	0.1591E-03	0.1869E-03	0.1314E-03
77.5 - 78.5	28	5	0.1338E-03	0.1591E-03	0.1085E-03	0.1451E-03	0.1716E-03	0.1190E-03
78.5 - 79.5	25	5	0.1195E-03	0.1434E-03	0.9560E-04	0.1321E-03	0.1574E-03	0.1075E-03
79.5 - 80.5	28	5	0.1338E-03	0.1591E-03	0.1085E-03	0.1200E-03	0.1442E-03	0.9689E-04
80.5 - 81.5	28	5	0.1338E-03	0.1591E-03	0.1085E-03	0.1089E-03	0.1318E-03	0.8718E-04
81.5 - 82.5	18	4	0.8604E-04	0.1063E-03	0.6576E-04	0.9858E-04	0.1204E-03	0.7828E-04
82.5 - 83.5	19	4	0.9082E-04	0.1117E-03	0.6998E-04	0.8909E-04	0.1098E-03	0.7013E-04
83.5 - 84.5	15	4	0.7170E-04	0.9021E-04	0.5319E-04	0.8036E-04	0.9995E-04	0.6268E-04
84.5 - 85.5	15	4	0.7170E-04	0.9021E-04	0.5319E-04	0.7234E-04	0.9086E-04	0.5589E-04
85.5 - 86.5	9	3	0.4302E-04	0.5736E-04	0.2868E-04	0.4696E-04	0.6243E-04	0.4969E-04
86.5 - 87.5	15	4	0.7170E-04	0.9021E-04	0.5319E-04	0.5821E-04	0.7467E-04	0.4407E-04
87.5 - 88.5	10	3	0.4780E-04	0.6292E-04	0.3268E-04	0.5203E-04	0.6751E-04	0.3897E-04
88.5 - 89.5	8	3	0.3824E-04	0.5176E-04	0.2472E-04	0.4634E-04	0.6086E-04	0.3431E-04
89.5 - 90.5	14	4	0.6692E-04	0.8481E-04	0.4903E-04	0.4123E-04	0.5484E-04	0.3016E-04
90.5 - 91.5	3	2	0.1434E-04	0.2262E-04	0.6061E-05	0.3649E-04	0.4922E-04	0.2635E-04
91.5 - 92.5	6	2	0.2868E-04	0.4039E-04	0.1697E-04	0.3215E-04	0.4402E-04	0.2289E-04
92.5 - 93.5	4	2	0.1912E-04	0.2868E-04	0.9560E-05	0.2845E-04	0.3953E-04	0.1966E-04
93.5 - 94.5	6	2	0.2868E-04	0.4039E-04	0.1697E-04	0.2454E-04	0.3478E-04	0.1960E-04
94.5 - 95.5	5	2	0.2390E-04	0.3459E-04	0.1321E-04	0.2180E-04	0.3137E-04	0.1479E-04

THE PRODUCTION RATE FROM 5.5 MEV TO 95.5 MEV IS 0.2082E+00 PARICLES/PI UPPER LIMIT 0.2095E+00 LOWER LIMIT 0.2064E+00.  
 THE AVERAGE ENRGY BETWEEN 5.5 MEV AND 95.5 MEV IS 21.2 MEV, UPPER LIMIT 20.4 MEV, LOWER LIMIT 22.2 MEV.



Tritons Target: 1.4 mm Mylar

ENERGY(MEV)	EVENTS	ERROR	MEASURED PRODUCTION RATES			CORRECTED (UNFOLDED) VALUE	UPPER LIMIT	LOWER LIMIT
			VALUE	UPPER LIMIT	LOWER LIMIT			
6.5 - 7.5	677	26	0.3236E-02	0.3360E-02	0.3112E-02	0.1702E-01	0.1669E-01	0.1648E-01
7.5 - 8.5	627	25	0.2997E-02	0.3117E-02	0.2877E-02	0.1512E-01	0.1550E-01	0.1465E-01
8.5 - 9.5	541	23	0.2586E-02	0.2697E-02	0.2475E-02	0.1238E-01	0.1296E-01	0.1198E-01
9.5 - 10.5	475	22	0.2271E-02	0.2375E-02	0.2166E-02	0.9104E-02	0.9526E-02	0.8787E-02
10.5 - 11.5	399	20	0.1907E-02	0.2003E-02	0.1812E-02	0.6732E-02	0.7014E-02	0.6477E-02
11.5 - 12.5	408	20	0.1950E-02	0.2047E-02	0.1854E-02	0.5167E-02	0.5362E-02	0.4954E-02
12.5 - 13.5	331	18	0.1582E-02	0.1669E-02	0.1495E-02	0.4143E-02	0.4293E-02	0.3962E-02
13.5 - 14.5	358	19	0.1711E-02	0.1802E-02	0.1621E-02	0.3462E-02	0.3588E-02	0.3302E-02
14.5 - 15.5	360	19	0.1721E-02	0.1811E-02	0.1630E-02	0.2996E-02	0.3112E-02	0.2851E-02
15.5 - 16.5	326	18	0.1558E-02	0.1645E-02	0.1472E-02	0.2666E-02	0.2778E-02	0.2532E-02
16.5 - 17.5	296	17	0.1415E-02	0.1497E-02	0.1333E-02	0.2423E-02	0.2535E-02	0.2298E-02
17.5 - 18.5	317	18	0.1515E-02	0.1600E-02	0.1430E-02	0.2237E-02	0.2349E-02	0.2119E-02
18.5 - 19.5	287	17	0.1372E-02	0.1453E-02	0.1291E-02	0.2088E-02	0.2200E-02	0.1976E-02
19.5 - 20.5	278	17	0.1329E-02	0.1409E-02	0.1249E-02	0.1964E-02	0.2075E-02	0.1856E-02
20.5 - 21.5	250	16	0.1195E-02	0.1271E-02	0.1119E-02	0.1856E-02	0.1966E-02	0.1752E-02
21.5 - 22.5	269	16	0.1286E-02	0.1364E-02	0.1207E-02	0.1759E-02	0.1867E-02	0.1659E-02
22.5 - 23.5	263	16	0.1257E-02	0.1335E-02	0.1180E-02	0.1670E-02	0.1775E-02	0.1573E-02
23.5 - 24.5	250	16	0.1195E-02	0.1271E-02	0.1119E-02	0.1586E-02	0.1688E-02	0.1492E-02
24.5 - 25.5	238	15	0.1138E-02	0.1211E-02	0.1064E-02	0.1506E-02	0.1604E-02	0.1416E-02
25.5 - 26.5	201	14	0.9608E-03	0.1029E-02	0.8930E-03	0.1430E-02	0.1524E-02	0.1342E-02
26.5 - 27.5	187	14	0.8939E-03	0.9592E-03	0.8285E-03	0.1356E-02	0.1446E-02	0.1271E-02
27.5 - 28.5	202	14	0.9656E-03	0.1033E-02	0.8976E-03	0.1285E-02	0.1371E-02	0.1203E-02
28.5 - 29.5	170	13	0.8126E-03	0.8749E-03	0.7503E-03	0.1217E-02	0.1298E-02	0.1137E-02
29.5 - 30.5	171	13	0.8174E-03	0.8799E-03	0.7549E-03	0.1150E-02	0.1228E-02	0.1073E-02
30.5 - 31.5	161	13	0.7696E-03	0.8302E-03	0.7089E-03	0.1086E-02	0.1161E-02	0.1011E-02
31.5 - 32.5	143	12	0.6835E-03	0.7407E-03	0.6264E-03	0.1025E-02	0.1095E-02	0.9520E-03
32.5 - 33.5	162	13	0.7744E-03	0.8352E-03	0.7135E-03	0.9653E-03	0.1033E-02	0.8950E-03
33.5 - 34.5	159	13	0.7600E-03	0.8203E-03	0.6997E-03	0.9088E-03	0.9735E-03	0.8406E-03
34.5 - 35.5	134	12	0.6405E-03	0.6959E-03	0.5852E-03	0.8547E-03	0.9167E-03	0.7887E-03
35.5 - 36.5	140	12	0.6692E-03	0.7258E-03	0.6126E-03	0.8031E-03	0.8627E-03	0.7392E-03
36.5 - 37.5	135	12	0.6453E-03	0.7008E-03	0.5898E-03	0.7539E-03	0.8113E-03	0.6921E-03
37.5 - 38.5	114	11	0.5449E-03	0.5960E-03	0.4939E-03	0.7072E-03	0.7626E-03	0.6474E-03
38.5 - 39.5	97	10	0.4637E-03	0.5107E-03	0.4166E-03	0.6628E-03	0.7163E-03	0.6050E-03
39.5 - 40.5	95	10	0.4541E-03	0.5007E-03	0.4075E-03	0.6208E-03	0.6726E-03	0.5649E-03
40.5 - 41.5	108	10	0.5162E-03	0.5659E-03	0.4666E-03	0.5811E-03	0.6314E-03	0.5270E-03
41.5 - 42.5	74	9	0.3537E-03	0.3948E-03	0.3126E-03	0.5436E-03	0.5925E-03	0.4914E-03
42.5 - 43.5	89	9	0.4254E-03	0.4705E-03	0.3803E-03	0.5084E-03	0.5559E-03	0.4580E-03
43.5 - 44.5	72	8	0.3442E-03	0.3847E-03	0.3036E-03	0.4752E-03	0.5215E-03	0.4265E-03
44.5 - 45.5	78	9	0.3728E-03	0.4151E-03	0.3306E-03	0.4439E-03	0.4890E-03	0.3970E-03
45.5 - 46.5	70	8	0.3346E-03	0.3746E-03	0.2946E-03	0.4145E-03	0.4585E-03	0.3693E-03
46.5 - 47.5	77	9	0.3681E-03	0.4100E-03	0.3261E-03	0.3870E-03	0.4298E-03	0.3433E-03
47.5 - 48.5	60	8	0.2869E-03	0.3238E-03	0.2498E-03	0.3611E-03	0.4029E-03	0.3191E-03
48.5 - 49.5	60	8	0.2868E-03	0.3238E-03	0.2498E-03	0.3369E-03	0.3776E-03	0.2964E-03
49.5 - 50.5	40	6	0.1912E-03	0.2214E-03	0.1610E-03	0.3142E-03	0.3538E-03	0.2752E-03
50.5 - 51.5	54	7	0.2581E-03	0.2932E-03	0.2230E-03	0.2930E-03	0.3315E-03	0.2555E-03
51.5 - 52.5	51	7	0.2438E-03	0.2779E-03	0.2096E-03	0.2731E-03	0.3106E-03	0.2370E-03
52.5 - 53.5	46	7	0.2199E-03	0.2523E-03	0.1875E-03	0.2545E-03	0.2909E-03	0.2198E-03
53.5 - 54.5	39	6	0.1864E-03	0.2163E-03	0.1566E-03	0.2372E-03	0.2725E-03	0.2039E-03
54.5 - 55.5	47	7	0.2247E-03	0.2574E-03	0.1919E-03	0.2210E-03	0.2552E-03	0.1890E-03
55.5 - 56.5	35	6	0.1673E-03	0.1956E-03	0.1390E-03	0.2058E-03	0.2300E-03	0.1751E-03
56.5 - 57.5	32	6	0.1530E-03	0.1800E-03	0.1259E-03	0.1917E-03	0.2238E-03	0.1623E-03
57.5 - 58.5	26	5	0.1243E-03	0.1487E-03	0.9991E-04	0.1786E-03	0.2095E-03	0.1503E-03
58.5 - 59.5	25	5	0.1195E-03	0.1434E-03	0.9560E-04	0.1663E-03	0.1961E-03	0.1392E-03
59.5 - 60.5	33	6	0.1577E-03	0.1852E-03	0.1303E-03	0.1548E-03	0.1834E-03	0.1288E-03
60.5 - 61.5	23	5	0.1099E-03	0.1329E-03	0.8702E-04	0.1440E-03	0.1716E-03	0.1192E-03
61.5 - 62.5	21	5	0.1004E-03	0.1223E-03	0.7848E-04	0.1340E-03	0.1604E-03	0.1102E-03
62.5 - 63.5	16	4	0.7648E-04	0.9560E-04	0.5736E-04	0.1247E-03	0.1500E-03	0.1020E-03
63.5 - 64.5	21	5	0.1004E-03	0.1223E-03	0.7848E-04	0.1161E-03	0.1402E-03	0.9428E-04
64.5 - 65.5	15	4	0.7170E-04	0.9021E-04	0.5319E-04	0.1079E-03	0.1309E-03	0.8711E-04
65.5 - 66.5	22	5	0.1052E-03	0.1276E-03	0.8274E-04	0.1003E-03	0.1222E-03	0.8045E-04
66.5 - 67.5	13	4	0.6214E-04	0.7937E-04	0.4491E-04	0.9331E-04	0.1141E-03	0.7432E-04
67.5 - 68.5	8	3	0.3824E-04	0.5176E-04	0.2472E-04	0.8677E-04	0.1064E-03	0.6864E-04
68.5 - 69.5	22	5	0.1052E-03	0.1276E-03	0.8274E-04	0.8063E-04	0.9923E-04	0.6334E-04
69.5 - 70.5	12	3	0.5736E-04	0.7392E-04	0.4080E-04	0.7486E-04	0.9238E-04	0.5838E-04
70.5 - 71.5	15	4	0.7170E-04	0.9021E-04	0.5319E-04	0.6956E-04	0.8603E-04	0.5385E-04
71.5 - 72.5	8	3	0.3824E-04	0.5176E-04	0.2472E-04	0.6464E-04	0.8010E-04	0.4976E-04
72.5 - 73.5	10	3	0.4780E-04	0.6292E-04	0.3268E-04	0.6001E-04	0.7446E-04	0.4576E-04
73.5 - 74.5	10	3	0.4780E-04	0.6292E-04	0.3268E-04	0.5562E-04	0.6908E-04	0.4207E-04
74.5 - 75.5	7	3	0.3346E-04	0.4611E-04	0.2081E-04	0.5163E-04	0.6412E-04	0.3873E-04
75.5 - 76.5	8	3	0.3824E-04	0.5176E-04	0.2472E-04	0.4792E-04	0.5950E-04	0.3566E-04
76.5 - 77.5	12	3	0.5736E-04	0.7392E-04	0.4080E-04	0.4440E-04	0.5509E-04	0.3276E-04
77.5 - 78.5	9	3	0.4302E-04	0.5736E-04	0.2868E-04	0.4105E-04	0.5084E-04	0.3001E-04
78.5 - 79.5	4	2	0.1912E-04	0.2868E-04	0.9560E-05	0.3804E-04	0.4699E-04	0.2756E-04
79.5 - 80.5	6	2	0.2868E-04	0.4039E-04	0.1697E-04	0.3525E-04	0.4340E-04	0.2530E-04
80.5 - 81.5	7	3	0.3346E-04	0.4611E-04	0.2081E-04	0.3256E-04	0.3994E-04	0.2314E-04
81.5 - 82.5	12	3	0.5736E-04	0.7392E-04	0.4080E-04	0.2996E-04	0.3657E-04	0.2106E-04
82.5 - 83.5	5	2	0.2390E-04	0.3459E-04	0.1321E-04	0.2776E-04	0.3365E-04	0.1932E-04
83.5 - 84.5	3	2	0.1434E-04	0.2262E-04	0.6061E-05	0.2564E-04	0.3086E-04	0.1765E-04
84.5 - 85.5	2	1	0.4780E-05	0.9560E-05	0.4780E-05	0.2355E-04	0.2812E-04	0.1601E-04
85.5 - 86.5	2	1	0.9560E-05	0.1632E-04	0.4780E-05	0.2150E-04	0.2542E-04	0.1442E-04
86.5 - 87.5	2	1	0.4780E-05	0.9560E-05	0.4780E-05	0.1997E-04	0.2334E-04	0.1325E-04

THE PRODUCTION RATE FROM 6.5 MEV TO 87.5 MEV IS 0.1190E+00 PARICLES/PI UPPER LIMIT 0.1201E+00 LOWER LIMIT 0.1179E+00.  
 THE AVERAGE ENRGY BETWEEN 6.5 MEV AND 87.5 MEV IS 17.1 MEV, UPPER LIMIT 16.4 MEV, LOWER LIMIT 18.0 MEV.

Helium-3 Target: 1.4 mm Mylar

ENERGY(MEV)	EVENTS	ERROR	MEASURED PRODUCTION RATES			CORRECTED (UNFOLDED) PRODUCTION RATES		
			VALUE	UPPER LIMIT	LOWER LIMIT	VALUE	UPPER LIMIT	LOWER LIMIT
6.5 - 7.5	51	7	0.2438E-03	0.2779E-03	0.2096E-03	0.6962E-02	0.7262E-02	0.6425E-02
7.5 - 8.5	61	8	0.2916E-03	0.3289E-03	0.2542E-03	0.4344E-02	0.4641E-02	0.4001E-02
8.5 - 9.5	46	7	0.2199E-03	0.2523E-03	0.1875E-03	0.2767E-02	0.3054E-02	0.2523E-02
9.5 - 10.5	40	6	0.1912E-03	0.2214E-03	0.1610E-03	0.2000E-02	0.2264E-02	0.1783E-02
10.5 - 11.5	41	6	0.1960E-03	0.2266E-03	0.1654E-03	0.1579E-02	0.1817E-02	0.1371E-02
11.5 - 12.5	40	6	0.1912E-03	0.2214E-03	0.1610E-03	0.1323E-02	0.1534E-02	0.1123E-02
12.5 - 13.5	42	6	0.2008E-03	0.2317E-03	0.1698E-03	0.1152E-02	0.1337E-02	0.9615E-03
13.5 - 14.5	29	5	0.1386E-03	0.1644E-03	0.1129E-03	0.1026E-02	0.1188E-02	0.8492E-03
14.5 - 15.5	33	6	0.1577E-03	0.1852E-03	0.1303E-03	0.9270E-03	0.1068E-02	0.7652E-03
15.5 - 16.5	34	6	0.1625E-03	0.1904E-03	0.1346E-03	0.8436E-03	0.9658E-03	0.6991E-03
16.5 - 17.5	25	5	0.1195E-03	0.1434E-03	0.9560E-04	0.7703E-03	0.8769E-03	0.6413E-03
17.5 - 18.5	18	4	0.8604E-04	0.1063E-03	0.6576E-04	0.7042E-03	0.7979E-03	0.5911E-03
18.5 - 19.5	47	7	0.2247E-03	0.2574E-03	0.1919E-03	0.6436E-03	0.7265E-03	0.5454E-03
19.5 - 20.5	26	5	0.1243E-03	0.1487E-03	0.9991E-04	0.5876E-03	0.6618E-03	0.5026E-03
20.5 - 21.5	28	5	0.1338E-03	0.1591E-03	0.1085E-03	0.5358E-03	0.6027E-03	0.4622E-03
21.5 - 22.5	28	5	0.1338E-03	0.1591E-03	0.1085E-03	0.4877E-03	0.5487E-03	0.4239E-03
22.5 - 23.5	22	5	0.1052E-03	0.1276E-03	0.8274E-04	0.4432E-03	0.4993E-03	0.3875E-03
23.5 - 24.5	26	5	0.1243E-03	0.1487E-03	0.9991E-04	0.4021E-03	0.4542E-03	0.3530E-03
24.5 - 25.5	13	4	0.6214E-04	0.7937E-04	0.4491E-04	0.3642E-03	0.4128E-03	0.3203E-03
25.5 - 26.5	10	3	0.4780E-04	0.6292E-04	0.3268E-04	0.3293E-03	0.3750E-03	0.2896E-03
26.5 - 27.5	14	4	0.6692E-04	0.8481E-04	0.4903E-04	0.2973E-03	0.3404E-03	0.2607E-03
27.5 - 28.5	12	3	0.5736E-04	0.7392E-04	0.4080E-04	0.2679E-03	0.3087E-03	0.2338E-03
28.5 - 29.5	17	4	0.8126E-04	0.1010E-03	0.6155E-04	0.2411E-03	0.2798E-03	0.2099E-03
29.5 - 30.5	13	4	0.6214E-04	0.7937E-04	0.4491E-04	0.2165E-03	0.2533E-03	0.1878E-03
30.5 - 31.5	11	3	0.5258E-04	0.6843E-04	0.3673E-04	0.1941E-03	0.2291E-03	0.1676E-03
31.5 - 32.5	8	3	0.3824E-04	0.5176E-04	0.2472E-04	0.1737E-03	0.2070E-03	0.1491E-03
32.5 - 33.5	9	3	0.4302E-04	0.5736E-04	0.2868E-04	0.1551E-03	0.1867E-03	0.1323E-03
33.5 - 34.5	10	3	0.4780E-04	0.6292E-04	0.3268E-04	0.1381E-03	0.1682E-03	0.1171E-03
34.5 - 35.5	7	3	0.3346E-04	0.4611E-04	0.2081E-04	0.1237E-03	0.1511E-03	0.1034E-03
35.5 - 36.5	6	2	0.2868E-04	0.4039E-04	0.1697E-04	0.1110E-03	0.1355E-03	0.9110E-04
36.5 - 37.5	8	3	0.3824E-04	0.5176E-04	0.2472E-04	0.9956E-04	0.1219E-03	0.8006E-04
37.5 - 38.5	6	2	0.2868E-04	0.4039E-04	0.1697E-04	0.8931E-04	0.1104E-03	0.7020E-04
38.5 - 39.5	4	2	0.1912E-04	0.2868E-04	0.9560E-05	0.8010E-04	0.1000E-03	0.6142E-04
39.5 - 40.5	4	2	0.1912E-04	0.2868E-04	0.9560E-05	0.7183E-04	0.9062E-04	0.5362E-04
40.5 - 41.5	2	1	0.9560E-05	0.1632E-04	0.4780E-05	0.6442E-04	0.8211E-04	0.4673E-04
41.5 - 42.5	5	2	0.2390E-04	0.3459E-04	0.1321E-04	0.5776E-04	0.7442E-04	0.4064E-04
42.5 - 43.5	5	2	0.2390E-04	0.3459E-04	0.1321E-04	0.5180E-04	0.6745E-04	0.3528E-04
43.5 - 44.5	5	2	0.2390E-04	0.3459E-04	0.1321E-04	0.4646E-04	0.6114E-04	0.3057E-04
44.5 - 45.5	4	2	0.1912E-04	0.2868E-04	0.9560E-05	0.4167E-04	0.5543E-04	0.2644E-04
45.5 - 46.5	3	2	0.1434E-04	0.2262E-04	0.6061E-05	0.3737E-04	0.5027E-04	0.2284E-04
46.5 - 47.5	3	2	0.1434E-04	0.2262E-04	0.6061E-05	0.3353E-04	0.4559E-04	0.1969E-04
47.5 - 48.5	2	1	0.1912E-04	0.2868E-04	0.9560E-05	0.3008E-04	0.4136E-04	0.1695E-04
48.5 - 49.5	4	2	0.4780E-05	0.9560E-05	0.4780E-05	0.2691E-04	0.3743E-04	0.1446E-04

THE PRODUCTION RATE FROM 6.5 MEV TO 49.5 MEV IS 0.3099E-01 PARICLES/PI UPPER LIMIT 0.3176E-01 LOWER LIMIT 0.3011E-01.  
 THE AVERAGE ENRGY BETWEEN 6.5 MEV AND 49.5 MEV IS 13.5 MEV, UPPER LIMIT 12.1 MEV, LOWER LIMIT 15.3 MEV.

Helium-4 Target: 1.4 mm Mylar

ENERGY(MEV)	EVENTS	ERROR	MEASURED PRODUCTION RATES			CORRECTED (UNFOLDED) PRODUCTION RATES		
			VALUE	UPPER LIMIT	LOWER LIMIT	VALUE	UPPER LIMIT	LOWER LIMIT
3.5 - 4.5	397	20	0.1898E-02	0.1993E-02	0.1802E-02	0.1370E+00	0.1408E+00	0.1343E+00
4.5 - 5.5	334	18	0.1597E-02	0.1684E-02	0.1509E-02	0.6499E-01	0.6792E-01	0.6193E-01
5.5 - 6.5	306	17	0.1463E-02	0.1546E-02	0.1379E-02	0.3538E-01	0.3741E-01	0.3302E-01
6.5 - 7.5	291	17	0.1391E-02	0.1473E-02	0.1309E-02	0.2902E-01	0.3031E-01	0.2771E-01
7.5 - 8.5	292	17	0.1396E-02	0.1477E-02	0.1314E-02	0.2412E-01	0.2509E-01	0.2224E-01
8.5 - 9.5	273	17	0.1305E-02	0.1384E-02	0.1226E-02	0.1994E-01	0.2076E-01	0.1927E-01
9.5 - 10.5	259	16	0.1238E-02	0.1315E-02	0.1161E-02	0.1651E-01	0.1724E-01	0.1588E-01
10.5 - 11.5	217	15	0.1037E-02	0.1108E-02	0.9668E-03	0.1375E-01	0.1441E-01	0.1314E-01
11.5 - 12.5	188	13	0.1037E-02	0.1108E-02	0.9668E-03	0.1154E-01	0.1213E-01	0.1096E-01
12.5 - 13.5	168	13	0.8030E-03	0.8650E-03	0.7411E-03	0.9752E-02	0.1029E-01	0.9250E-02
13.5 - 14.5	160	13	0.7648E-03	0.8253E-03	0.7043E-03	0.8302E-02	0.8781E-02	0.7794E-02
14.5 - 15.5	160	13	0.7648E-03	0.8253E-03	0.7043E-03	0.7110E-02	0.7538E-02	0.6647E-02
15.5 - 16.5	131	11	0.6262E-03	0.6809E-03	0.5715E-03	0.6123E-02	0.6505E-02	0.5705E-02
16.5 - 17.5	122	11	0.5832E-03	0.6360E-03	0.5304E-03	0.5299E-02	0.5638E-02	0.4924E-02
17.5 - 18.5	130	11	0.6214E-03	0.6759E-03	0.5669E-03	0.4604E-02	0.4906E-02	0.4271E-02
18.5 - 19.5	124	11	0.5927E-03	0.6459E-03	0.5395E-03	0.4014E-02	0.4284E-02	0.3719E-02
19.5 - 20.5	114	11	0.5449E-03	0.5960E-03	0.4939E-03	0.3511E-02	0.3752E-02	0.3251E-02
20.5 - 21.5	121	11	0.5784E-03	0.6310E-03	0.5258E-03	0.3080E-02	0.3297E-02	0.2850E-02
21.5 - 22.5	87	9	0.4159E-03	0.4604E-03	0.3713E-03	0.2709E-02	0.2903E-02	0.2506E-02
22.5 - 23.5	81	9	0.3872E-03	0.4302E-03	0.3442E-03	0.2386E-02	0.2562E-02	0.2207E-02
23.5 - 24.5	77	9	0.3681E-03	0.4100E-03	0.3261E-03	0.2106E-02	0.2265E-02	0.1946E-02
24.5 - 25.5	83	9	0.3967E-03	0.4403E-03	0.3532E-03	0.1860E-02	0.2005E-02	0.1718E-02
25.5 - 26.5	99	7	0.2342E-03	0.2677E-03	0.2008E-03	0.1645E-02	0.1777E-02	0.1518E-02
26.5 - 27.5	60	8	0.2868E-03	0.3238E-03	0.2498E-03	0.1456E-02	0.1577E-02	0.1341E-02
27.5 - 28.5	51	7	0.2438E-03	0.2779E-03	0.2096E-03	0.1289E-02	0.1400E-02	0.1186E-02
28.5 - 29.5	48	7	0.2294E-03	0.2626E-03	0.1963E-03	0.1142E-02	0.1245E-02	0.1048E-02
29.5 - 30.5	39	6	0.1864E-03	0.2163E-03	0.1566E-03	0.1012E-02	0.1107E-02	0.9252E-03
30.5 - 31.5	38	6	0.1816E-03	0.2111E-03	0.1522E-03	0.8970E-03	0.9849E-03	0.8169E-03
31.5 - 32.5	32	6	0.1530E-03	0.1800E-03	0.1259E-03	0.7944E-03	0.8763E-03	0.7198E-03
32.5 - 33.5	30	5	0.1434E-03	0.1696E-03	0.1172E-03	0.7033E-03	0.7796E-03	0.6334E-03
33.5 - 34.5	22	5	0.1052E-03	0.1276E-03	0.8274E-04	0.6222E-03	0.6935E-03	0.5563E-03
34.5 - 35.5	22	5	0.1052E-03	0.1276E-03	0.8274E-04	0.5499E-03	0.6167E-03	0.4875E-03
35.5 - 36.5	16	4	0.7648E-04	0.9560E-04	0.5736E-04	0.4854E-03	0.5480E-03	0.4262E-03
36.5 - 37.5	12	3	0.5736E-04	0.7392E-04	0.4080E-04	0.4278E-03	0.4865E-03	0.3715E-03
37.5 - 38.5	15	4	0.7170E-04	0.9021E-04	0.5319E-04	0.3764E-03	0.4314E-03	0.3236E-03
38.5 - 39.5	16	4	0.7648E-04	0.9560E-04	0.5736E-04	0.3303E-03	0.3820E-03	0.2824E-03
39.5 - 40.5	10	3	0.4780E-04	0.6292E-04	0.3268E-04	0.2891E-03	0.3375E-03	0.2460E-03
40.5 - 41.5	19	4	0.9082E-04	0.1117E-03	0.6998E-04	0.2539E-03	0.2975E-03	0.2138E-03
41.5 - 42.5	11	3	0.5258E-04	0.6843E-04	0.3673E-04	0.2237E-03	0.2614E-03	0.1855E-03
42.5 - 43.5	8	3	0.3824E-04	0.5176E-04	0.2472E-04	0.1970E-03	0.2317E-03	0.1606E-03
43.5 - 44.5	8	3	0.4302E-04	0.5736E-04	0.2868E-04	0.1733E-03	0.2058E-03	0.1387E-03
44.5 - 45.5	9	3	0.3824E-04	0.5176E-04	0.2472E-04	0.1523E-03	0.1827E-03	0.1096E-03
45.5 - 46.5	9	3	0.4302E-04	0.5736E-04	0.2868E-04	0.1338E-03	0.1622E-03	0.1029E-03
46.5 - 47.5	4	2	0.1912E-04	0.2868E-04	0.9560E-05	0.1174E-03	0.1439E-03	0.8824E-04
47.5 - 48.5	6	2	0.2868E-04	0.4039E-04	0.1697E-04	0.1030E-03	0.1277E-03	0.7554E-04
48.5 - 49.5	4	2	0.1912E-04	0.2868E-04	0.9560E-05	0.9020E-04	0.1132E-03	0.6451E-04
49.5 - 50.5	2	1	0.9560E-05	0.1632E-04	0.4780E-05	0.7896E-04	0.1004E-03	0.5495E-04
50.5 - 51.5	6	2	0.2868E-04	0.4039E-04	0.1697E-04	0.6906E-04	0.8896E-04	0.4670E-04
51.5 - 52.5	5	2	0.2390E-04	0.3459E-04	0.1321E-04	0.6035E-04	0.7882E-04	0.3958E-04
52.5 - 53.5	3	2	0.1434E-04	0.2262E-04	0.6061E-05	0.5269E-04	0.6981E-04	0.3347E-04
53.5 - 54.5	2	1	0.4780E-05	0.9560E-05	0.4780E-05	0.4596E-04	0.6180E-04	0.2822E-04
54.5 - 55.5	2	1	0.9560E-05	0.1632E-04	0.4780E-05	0.4005E-04	0.5469E-04	0.2374E-04
55.5 - 56.5	2	1	0.9560E-05					

Protons Target: 0.1 mm Acetate

ENERGY(MEV)	EVENTS	ERROR	MEASURED PRODUCTION RATES			CORRECTED (UNFOLDED) PRODUCTION RATES		
			VALUE	UPPER LIMIT	LOWER LIMIT	VALUE	UPPER LIMIT	LOWER LIMIT
1.5 - 2.5	1570	40	0.2449E-01	0.2511E-01	0.2387E-01	0.4134E-01	0.4212E-01	0.4014E-01
2.5 - 3.5	1430	38	0.2231E-01	0.2290E-01	0.2172E-01	0.2814E-01	0.2891E-01	0.2746E-01
3.5 - 4.5	1300	36	0.2028E-01	0.2084E-01	0.1972E-01	0.2385E-01	0.2444E-01	0.2315E-01
4.5 - 5.5	1178	34	0.1838E-01	0.1891E-01	0.1784E-01	0.1999E-01	0.2053E-01	0.1938E-01
5.5 - 6.5	894	30	0.1395E-01	0.1441E-01	0.1348E-01	0.1590E-01	0.1645E-01	0.1544E-01
6.5 - 7.5	826	29	0.1289E-01	0.1333E-01	0.1244E-01	0.1303E-01	0.1353E-01	0.1262E-01
7.5 - 8.5	676	26	0.1055E-01	0.1095E-01	0.1014E-01	0.1111E-01	0.1155E-01	0.1071E-01
8.5 - 9.5	621	25	0.9688E-02	0.1008E-01	0.9299E-02	0.9798E-02	0.1019E-01	0.9403E-02
9.5 - 10.5	538	23	0.8393E-02	0.8755E-02	0.8031E-02	0.8866E-02	0.9223E-02	0.8475E-02
10.5 - 11.5	508	23	0.7925E-02	0.8276E-02	0.7573E-02	0.8175E-02	0.8508E-02	0.7792E-02
11.5 - 12.5	537	23	0.8377E-02	0.8739E-02	0.8016E-02	0.7645E-02	0.7963E-02	0.7272E-02
12.5 - 13.5	478	22	0.7457E-02	0.7798E-02	0.7116E-02	0.7229E-02	0.7536E-02	0.6865E-02
13.5 - 14.5	387	20	0.6037E-02	0.6344E-02	0.5730E-02	0.6880E-02	0.7180E-02	0.6527E-02
14.5 - 15.5	393	20	0.6131E-02	0.6440E-02	0.5822E-02	0.6580E-02	0.6877E-02	0.6240E-02
15.5 - 16.5	399	20	0.6224E-02	0.6536E-02	0.5913E-02	0.6319E-02	0.6613E-02	0.5990E-02
16.5 - 17.5	368	19	0.5741E-02	0.6040E-02	0.5442E-02	0.6086E-02	0.6379E-02	0.5768E-02
17.5 - 18.5	427	21	0.6661E-02	0.6984E-02	0.6339E-02	0.5875E-02	0.6168E-02	0.5568E-02
18.5 - 19.5	350	19	0.5460E-02	0.5752E-02	0.5168E-02	0.5682E-02	0.5974E-02	0.5384E-02
19.5 - 20.5	364	19	0.5678E-02	0.5976E-02	0.5381E-02	0.5503E-02	0.5795E-02	0.5214E-02
20.5 - 21.5	340	18	0.5304E-02	0.5592E-02	0.5016E-02	0.5335E-02	0.5626E-02	0.5055E-02
21.5 - 22.5	302	17	0.4711E-02	0.4982E-02	0.4440E-02	0.4717E-02	0.4967E-02	0.4494E-02
22.5 - 23.5	341	18	0.5320E-02	0.5608E-02	0.5032E-02	0.5026E-02	0.5314E-02	0.4759E-02
23.5 - 24.5	327	18	0.5101E-02	0.5383E-02	0.4819E-02	0.4882E-02	0.5168E-02	0.4620E-02
24.5 - 25.5	324	18	0.5054E-02	0.5335E-02	0.4774E-02	0.4743E-02	0.5027E-02	0.4486E-02
25.5 - 26.5	317	18	0.4945E-02	0.5223E-02	0.4667E-02	0.4609E-02	0.4890E-02	0.4357E-02
26.5 - 27.5	264	16	0.4118E-02	0.4372E-02	0.3865E-02	0.4479E-02	0.4757E-02	0.4230E-02
27.5 - 28.5	286	17	0.4462E-02	0.4725E-02	0.4198E-02	0.4352E-02	0.4627E-02	0.4107E-02
28.5 - 29.5	278	17	0.4337E-02	0.4597E-02	0.4077E-02	0.4229E-02	0.4499E-02	0.3986E-02
29.5 - 30.5	256	16	0.3994E-02	0.4243E-02	0.3744E-02	0.4109E-02	0.4375E-02	0.3868E-02
30.5 - 31.5	278	17	0.4337E-02	0.4597E-02	0.4077E-02	0.3991E-02	0.4252E-02	0.3753E-02
31.5 - 32.5	256	16	0.3994E-02	0.4243E-02	0.3744E-02	0.3875E-02	0.4132E-02	0.3639E-02
32.5 - 33.5	251	16	0.3916E-02	0.4164E-02	0.3668E-02	0.3762E-02	0.4014E-02	0.3528E-02
33.5 - 34.5	202	14	0.3151E-02	0.3373E-02	0.2929E-02	0.3651E-02	0.3898E-02	0.3419E-02
34.5 - 35.5	231	15	0.3604E-02	0.3841E-02	0.3367E-02	0.3542E-02	0.3784E-02	0.3311E-02
35.5 - 36.5	191	14	0.2980E-02	0.3195E-02	0.2764E-02	0.3435E-02	0.3674E-02	0.3206E-02
36.5 - 37.5	207	14	0.3229E-02	0.3454E-02	0.3005E-02	0.3300E-02	0.3561E-02	0.3103E-02
37.5 - 38.5	211	15	0.3292E-02	0.3518E-02	0.3065E-02	0.3226E-02	0.3452E-02	0.3001E-02
38.5 - 39.5	193	14	0.3011E-02	0.3228E-02	0.2794E-02	0.3125E-02	0.3345E-02	0.2902E-02
39.5 - 40.5	194	14	0.3026E-02	0.3244E-02	0.2809E-02	0.3025E-02	0.3240E-02	0.2804E-02
40.5 - 41.5	178	13	0.2777E-02	0.2985E-02	0.2569E-02	0.2926E-02	0.3137E-02	0.2708E-02
41.5 - 42.5	163	13	0.2543E-02	0.2742E-02	0.2344E-02	0.2830E-02	0.3035E-02	0.2614E-02
42.5 - 43.5	173	13	0.2699E-02	0.2904E-02	0.2494E-02	0.2734E-02	0.2936E-02	0.2522E-02
43.5 - 44.5	182	13	0.2839E-02	0.3050E-02	0.2649E-02	0.2641E-02	0.2838E-02	0.2432E-02
44.5 - 45.5	165	13	0.2574E-02	0.2774E-02	0.2374E-02	0.2549E-02	0.2741E-02	0.2343E-02
45.5 - 46.5	155	12	0.2418E-02	0.2612E-02	0.2224E-02	0.2459E-02	0.2647E-02	0.2257E-02
46.5 - 47.5	146	12	0.2278E-02	0.2466E-02	0.2089E-02	0.2370E-02	0.2554E-02	0.2172E-02
47.5 - 48.5	132	11	0.2059E-02	0.2238E-02	0.1880E-02	0.2283E-02	0.2463E-02	0.2089E-02
48.5 - 49.5	168	13	0.2621E-02	0.2823E-02	0.2419E-02	0.2198E-02	0.2374E-02	0.2007E-02
49.5 - 50.5	143	12	0.2231E-02	0.2417E-02	0.2044E-02	0.2114E-02	0.2286E-02	0.1927E-02
50.5 - 51.5	121	11	0.1888E-02	0.2059E-02	0.1716E-02	0.2032E-02	0.2201E-02	0.1849E-02
51.5 - 52.5	129	11	0.2012E-02	0.2190E-02	0.1835E-02	0.1952E-02	0.2117E-02	0.1773E-02
52.5 - 53.5	103	10	0.1607E-02	0.1765E-02	0.1448E-02	0.1873E-02	0.2035E-02	0.1699E-02
53.5 - 54.5	118	11	0.1841E-02	0.2010E-02	0.1671E-02	0.1795E-02	0.1954E-02	0.1626E-02
54.5 - 55.5	116	11	0.1810E-02	0.1978E-02	0.1642E-02	0.1720E-02	0.1875E-02	0.1554E-02
55.5 - 56.5	120	11	0.1872E-02	0.2043E-02	0.1701E-02	0.1646E-02	0.1798E-02	0.1485E-02
56.5 - 57.5	106	10	0.1654E-02	0.1814E-02	0.1493E-02	0.1573E-02	0.1723E-02	0.1417E-02
57.5 - 58.5	96	10	0.1498E-02	0.1650E-02	0.1345E-02	0.1502E-02	0.1649E-02	0.1351E-02
58.5 - 59.5	74	9	0.1154E-02	0.1289E-02	0.1020E-02	0.1433E-02	0.1577E-02	0.1286E-02
59.5 - 60.5	101	10	0.1576E-02	0.1732E-02	0.1419E-02	0.1366E-02	0.1507E-02	0.1223E-02
60.5 - 61.5	87	9	0.1357E-02	0.1503E-02	0.1212E-02	0.1300E-02	0.1439E-02	0.1162E-02
61.5 - 62.5	71	8	0.1108E-02	0.1239E-02	0.9762E-03	0.1236E-02	0.1372E-02	0.1102E-02
62.5 - 63.5	70	8	0.1092E-02	0.1233E-02	0.9615E-03	0.1174E-02	0.1307E-02	0.1044E-02
63.5 - 64.5	74	9	0.1154E-02	0.1289E-02	0.1020E-02	0.1114E-02	0.1244E-02	0.9876E-03
64.5 - 65.5	68	8	0.1061E-02	0.1189E-02	0.9322E-03	0.1055E-02	0.1182E-02	0.9328E-03
65.5 - 66.5	72	8	0.1123E-02	0.1256E-02	0.9908E-03	0.9977E-03	0.1122E-02	0.8797E-03
66.5 - 67.5	71	8	0.1108E-02	0.1239E-02	0.9762E-03	0.9425E-03	0.1064E-02	0.8283E-03
67.5 - 68.5	53	7	0.8268E-03	0.9404E-03	0.7132E-03	0.8890E-03	0.1008E-02	0.7786E-03
68.5 - 69.5	41	6	0.6396E-03	0.7395E-03	0.5397E-03	0.5397E-03	0.9528E-03	0.7305E-03
69.5 - 70.5	62	8	0.9672E-03	0.1090E-02	0.8444E-03	0.7874E-03	0.8998E-03	0.6841E-03
70.5 - 71.5	35	6	0.5460E-03	0.6383E-03	0.4537E-03	0.7392E-03	0.8485E-03	0.6394E-03
71.5 - 72.5	54	7	0.8424E-03	0.9570E-03	0.7278E-03	0.6929E-03	0.7988E-03	0.5964E-03
72.5 - 73.5	31	6	0.4836E-03	0.5705E-03	0.3967E-03	0.6484E-03	0.7510E-03	0.5551E-03
73.5 - 74.5	37	6	0.5772E-03	0.6721E-03	0.4823E-03	0.6056E-03	0.7048E-03	0.5155E-03
74.5 - 75.5	25	5	0.3900E-03	0.4680E-03	0.3120E-03	0.5646E-03	0.6604E-03	0.4776E-03
75.5 - 76.5	37	6	0.5772E-03	0.6721E-03	0.4823E-03	0.5254E-03	0.6176E-03	0.4415E-03
76.5 - 77.5	31	6	0.4836E-03	0.5705E-03	0.3967E-03	0.4880E-03	0.5766E-03	0.4070E-03
77.5 - 78.5	31	6	0.4836E-03	0.5705E-03	0.3967E-03	0.4523E-03	0.5373E-03	0.3743E-03
78.5 - 79.5	17	4	0.2652E-03	0.3295E-03	0.2009E-03	0.4184E-03	0.4997E-03	0.3432E-03
79.5 - 80.5	16	4	0.2496E-03	0.3120E-03	0.1872E-03	0.3861E-03	0.4638E-03	0.3139E-03
80.5 - 81.5	23	5	0.3588E-03	0.4336E-03	0.2840E-03	0.3556E-03	0.4295E-03	0.2862E-03
81.5 - 82.5	25	5	0.3900E-03	0.4680E-03	0.3120E-03	0.3267E-03	0.3969E-03	0.2601E-03
82.5 - 83.5	15	4	0.2340E-03	0.2944E-03	0.1736E-03	0.2995E-03	0.3660E-03	0.2357E-03
83.5 - 84.5	24	5	0.3744E-03	0.4508E-03	0.2980E-03	0.2739E-03	0.3366E-03	0.2128E-03
84.5 - 85.5	15	4	0.2340E-03	0.2944E-03	0.1736E-03	0.2498E-03	0.3089E-03	0.1916E-03
85.5 - 86.5	18	4	0.2808E-03	0.3470E-03	0.2146E-03	0.2273E-03	0.2828E-03	0.1718E-03
86.5 - 87.5	6	2	0.9360E-04	0.1318E-03	0.5539E-04	0.2062E-03	0.2581E-03	0.1535E-03
87.5 - 88.5	12	3	0.1872E-03	0.2412E-03	0.1332E-03	0.1866E-03	0.2350E-03	0.1366E-03
88.5 - 89.5	14	4	0.2184E-03	0.2768E-03	0.1600E-03	0.1684E-03	0.2134E-03	0.1211E-03
89.5 - 90.5	7	3	0.1092E-03	0.1505E-03	0.6793E-04	0.1515E-03	0.1932E-03	0.1069E-03
90.5 - 91.5	11	3	0.1716E-03	0.2233E-03	0.1199E-03	0.1359E-03	0.1744E-03	0.9402E-04
91.5 - 92.5	8	3	0.1248E-03	0.1689E-03	0.8068E-04	0.1216E-03	0.1570E-03	0.8230E-04
92.5 - 93.5	8	3	0.1248E-03	0.1689E-03	0.8068E-04	0.1084E-03	0.1408E-03	0.7172E-04
93.5 - 94.5	7	3	0.1092E-03	0.1505E-03	0.6793E-04	0.9633E-04	0.1259E-03	0.6221E-04
94.5 - 95.5	5	2	0.7800E-04	0.1129E-03	0.4312E-04	0.8533E-04	0.1122E-03	0.5370E-04
95.5 - 96.5	5	2	0.7800E-04	0.1129E-03	0.4312E-04	0.7532E-04	0.9968E-04	0.4612E-04
96.5 - 97.5	3	2	0.4680E-04	0.7382E-04	0.1978E-04	0.6626E-04	0.8822E-04	0.3941E-04
97.5 - 98.5	2	1	0.3120E-04	0.5326E-04	0.1560E-04	0.5808E-04	0.7799E-04	0.3349E-04
98.5 - 99.5	2	1	0.1560E-04	0.3120E-04	0.1560E-04	0.5072E-04		

Deuterons Target: 0.1 mm Acetate

ENERGY(MEV)	EVENTS	ERROR	MEASURED PRODUCTION RATES			CORRECTED (UNFOLDED) PRODUCTION RATES		
			VALUE	UPPER LIMIT	LOWER LIMIT	VALUE	UPPER LIMIT	LOWER LIMIT
1.5 - 2.5	939	31	0.1465E-01	0.1513E-01	0.1417E-01	0.3773E-01	0.3900E-01	0.3751E-01
2.5 - 3.5	826	29	0.1289E-01	0.1333E-01	0.1244E-01	0.1998E-01	0.2062E-01	0.1923E-01
3.5 - 4.5	793	28	0.1237E-01	0.1281E-01	0.1193E-01	0.1546E-01	0.1599E-01	0.1486E-01
4.5 - 5.5	759	28	0.1184E-01	0.1227E-01	0.1141E-01	0.1455E-01	0.1509E-01	0.1417E-01
5.5 - 6.5						0.1298E-01	0.1346E-01	0.1258E-01
6.5 - 7.5	687	26	0.1072E-01	0.1113E-01	0.1031E-01	0.1124E-01	0.1166E-01	0.1080E-01
7.5 - 8.5	566	24	0.8830E-02	0.9201E-02	0.8458E-02	0.9671E-02	0.1005E-01	0.9229E-02
8.5 - 9.5	488	22	0.7613E-02	0.7957E-02	0.7268E-02	0.8371E-02	0.8719E-02	0.7952E-02
9.5 - 10.5	411	20	0.6412E-02	0.6728E-02	0.6095E-02	0.7330E-02	0.7656E-02	0.6944E-02
10.5 - 11.5	373	19	0.5819E-02	0.6120E-02	0.5518E-02	0.6505E-02	0.6816E-02	0.6154E-02
11.5 - 12.5	350	19	0.5460E-02	0.5752E-02	0.5168E-02	0.5850E-02	0.6150E-02	0.5531E-02
12.5 - 13.5	327	18	0.5101E-02	0.5383E-02	0.4819E-02	0.5328E-02	0.5619E-02	0.5036E-02
13.5 - 14.5	308	18	0.4805E-02	0.5079E-02	0.4531E-02	0.4908E-02	0.5192E-02	0.4637E-02
14.5 - 15.5	300	17	0.4630E-02	0.4950E-02	0.4410E-02	0.4567E-02	0.4844E-02	0.4313E-02
15.5 - 16.5	268	16	0.4181E-02	0.4436E-02	0.3925E-02	0.4287E-02	0.4557E-02	0.4046E-02
16.5 - 17.5	269	16	0.4196E-02	0.4452E-02	0.3941E-02	0.4054E-02	0.4318E-02	0.3823E-02
17.5 - 18.5	257	16	0.4009E-02	0.4259E-02	0.3759E-02	0.3858E-02	0.4117E-02	0.3634E-02
18.5 - 19.5	235	15	0.3666E-02	0.3905E-02	0.3427E-02	0.3691E-02	0.3944E-02	0.3472E-02
19.5 - 20.5	236	15	0.3682E-02	0.3921E-02	0.3442E-02	0.3547E-02	0.3794E-02	0.3331E-02
20.5 - 21.5	227	15	0.3541E-02	0.3776E-02	0.3306E-02	0.3420E-02	0.3661E-02	0.3207E-02
21.5 - 22.5	214	15	0.3338E-02	0.3567E-02	0.3110E-02	0.3306E-02	0.3542E-02	0.3095E-02
22.5 - 23.5	172	13	0.2683E-02	0.2888E-02	0.2479E-02	0.3204E-02	0.3434E-02	0.2994E-02
23.5 - 24.5	206	14	0.3214E-02	0.3438E-02	0.2990E-02	0.3110E-02	0.3335E-02	0.2900E-02
24.5 - 25.5	174	13	0.2714E-02	0.2920E-02	0.2509E-02	0.3021E-02	0.3241E-02	0.2812E-02
25.5 - 26.5	195	14	0.3042E-02	0.3260E-02	0.2824E-02	0.2937E-02	0.3151E-02	0.2729E-02
26.5 - 27.5	183	14	0.2855E-02	0.3066E-02	0.2644E-02	0.2855E-02	0.3064E-02	0.2648E-02
27.5 - 28.5	184	14	0.2870E-02	0.3082E-02	0.2659E-02	0.2775E-02	0.2979E-02	0.2569E-02
28.5 - 29.5	157	13	0.2449E-02	0.2645E-02	0.2254E-02	0.2696E-02	0.2895E-02	0.2491E-02
29.5 - 30.5	165	13	0.2574E-02	0.2774E-02	0.2374E-02	0.2618E-02	0.2811E-02	0.2414E-02
30.5 - 31.5	135	12	0.2106E-02	0.2287E-02	0.1925E-02	0.2539E-02	0.2728E-02	0.2337E-02
31.5 - 32.5	159	13	0.2480E-02	0.2677E-02	0.2284E-02	0.2459E-02	0.2644E-02	0.2259E-02
32.5 - 33.5	160	13	0.2496E-02	0.2693E-02	0.2299E-02	0.2378E-02	0.2559E-02	0.2182E-02
33.5 - 34.5	153	12	0.2387E-02	0.2580E-02	0.2194E-02	0.2297E-02	0.2474E-02	0.2104E-02
34.5 - 35.5	174	13	0.2714E-02	0.2920E-02	0.2509E-02	0.2215E-02	0.2387E-02	0.2025E-02
35.5 - 36.5	159	13	0.2480E-02	0.2677E-02	0.2284E-02	0.2132E-02	0.2301E-02	0.1945E-02
36.5 - 37.5	120	11	0.1872E-02	0.2043E-02	0.1701E-02	0.2048E-02	0.2213E-02	0.1866E-02
37.5 - 38.5	114	11	0.1778E-02	0.1945E-02	0.1612E-02	0.1963E-02	0.2126E-02	0.1785E-02
38.5 - 39.5	114	11	0.1778E-02	0.1945E-02	0.1612E-02	0.1878E-02	0.2038E-02	0.1705E-02
39.5 - 40.5	105	10	0.1638E-02	0.1798E-02	0.1478E-02	0.1793E-02	0.1950E-02	0.1624E-02
40.5 - 41.5	126	11	0.1966E-02	0.2141E-02	0.1790E-02	0.1708E-02	0.1862E-02	0.1544E-02
41.5 - 42.5	112	11	0.1747E-02	0.1912E-02	0.1582E-02	0.1624E-02	0.1775E-02	0.1465E-02
42.5 - 43.5	96	10	0.1498E-02	0.1650E-02	0.1345E-02	0.1541E-02	0.1689E-02	0.1386E-02
43.5 - 44.5	103	10	0.1607E-02	0.1765E-02	0.1448E-02	0.1458E-02	0.1604E-02	0.1308E-02
44.5 - 45.5	90	9	0.1404E-02	0.1552E-02	0.1256E-02	0.1377E-02	0.1520E-02	0.1232E-02
45.5 - 46.5	79	9	0.1232E-02	0.1371E-02	0.1094E-02	0.1298E-02	0.1438E-02	0.1157E-02
46.5 - 47.5	86	9	0.1342E-02	0.1486E-02	0.1197E-02	0.1221E-02	0.1358E-02	0.1085E-02
47.5 - 48.5	61	8	0.9516E-03	0.1073E-02	0.8298E-03	0.1146E-02	0.1280E-02	0.1014E-02
48.5 - 49.5	70	8	0.1092E-02	0.1223E-02	0.9615E-03	0.1073E-02	0.1205E-02	0.9460E-03
49.5 - 50.5	49	7	0.7644E-03	0.8736E-03	0.6552E-03	0.1003E-02	0.1132E-02	0.8804E-03
50.5 - 51.5	65	8	0.1014E-02	0.1140E-02	0.8882E-03	0.9364E-03	0.1061E-02	0.8175E-03
51.5 - 52.5	43	7	0.6708E-03	0.7731E-03	0.5685E-03	0.8722E-03	0.9940E-03	0.7574E-03
52.5 - 53.5	44	7	0.6864E-03	0.7899E-03	0.5829E-03	0.8110E-03	0.9293E-03	0.7003E-03
53.5 - 54.5	45	7	0.7020E-03	0.8066E-03	0.5974E-03	0.7529E-03	0.8676E-03	0.6462E-03
54.5 - 55.5	37	6	0.5772E-03	0.6721E-03	0.4823E-03	0.6979E-03	0.8089E-03	0.5951E-03
55.5 - 56.5	40	6	0.6240E-03	0.7227E-03	0.5253E-03	0.6460E-03	0.7532E-03	0.5470E-03
56.5 - 57.5	48	7	0.7488E-03	0.8569E-03	0.6407E-03	0.5972E-03	0.7095E-03	0.5020E-03
57.5 - 58.5	37	6	0.5772E-03	0.6721E-03	0.4823E-03	0.5514E-03	0.6508E-03	0.4599E-03
58.5 - 59.5	28	5	0.4368E-03	0.5193E-03	0.3543E-03	0.5086E-03	0.6039E-03	0.4208E-03
59.5 - 60.5	30	5	0.4680E-03	0.5534E-03	0.3826E-03	0.4687E-03	0.5600E-03	0.3845E-03
60.5 - 61.5	22	5	0.3432E-03	0.4164E-03	0.2700E-03	0.4316E-03	0.5188E-03	0.3509E-03
61.5 - 62.5	26	5	0.4056E-03	0.4851E-03	0.3261E-03	0.3971E-03	0.4804E-03	0.3200E-03
62.5 - 63.5	28	5	0.4368E-03	0.5193E-03	0.3543E-03	0.3652E-03	0.4445E-03	0.2915E-03
63.5 - 64.5	22	5	0.3432E-03	0.4164E-03	0.2700E-03	0.3358E-03	0.4111E-03	0.2655E-03
64.5 - 65.5	23	5	0.3588E-03	0.4336E-03	0.2840E-03	0.3087E-03	0.3801E-03	0.2417E-03
65.5 - 66.5	14	4	0.2184E-03	0.2768E-03	0.1600E-03	0.2837E-03	0.3514E-03	0.2200E-03
66.5 - 67.5	15	4	0.2340E-03	0.2944E-03	0.1730E-03	0.2608E-03	0.3248E-03	0.2003E-03
67.5 - 68.5	22	5	0.3432E-03	0.4164E-03	0.2700E-03	0.2399E-03	0.3002E-03	0.1824E-03
68.5 - 69.5	12	3	0.1872E-03	0.2412E-03	0.1332E-03	0.2207E-03	0.2775E-03	0.1662E-03
69.5 - 70.5	20	4	0.3120E-03	0.3818E-03	0.2422E-03	0.2032E-03	0.2566E-03	0.1516E-03
70.5 - 71.5	9	3	0.1404E-03	0.1872E-03	0.9360E-04	0.1872E-03	0.2374E-03	0.1385E-03
71.5 - 72.5	10	3	0.1560E-03	0.2053E-03	0.1067E-03	0.1727E-03	0.2198E-03	0.1266E-03
72.5 - 73.5	13	4	0.2028E-03	0.2590E-03	0.1466E-03	0.1595E-03	0.2036E-03	0.1160E-03
73.5 - 74.5	7	3	0.1092E-03	0.1505E-03	0.6793E-04	0.1476E-03	0.1888E-03	0.1066E-03
74.5 - 75.5	6	2	0.9360E-04	0.1318E-03	0.5539E-04	0.1367E-03	0.1753E-03	0.9810E-04
75.5 - 76.5	10	3	0.1560E-03	0.2053E-03	0.1067E-03	0.1269E-03	0.1629E-03	0.9057E-04
76.5 - 77.5	8	3	0.1248E-03	0.1689E-03	0.8068E-04	0.1180E-03	0.1516E-03	0.8390E-04
77.5 - 78.5	7	3	0.1092E-03	0.1505E-03	0.6793E-04	0.1100E-03	0.1412E-03	0.7801E-04
78.5 - 79.5	8	3	0.1248E-03	0.1689E-03	0.8068E-04	0.1028E-03	0.1318E-03	0.7282E-04
79.5 - 80.5	3	2	0.4680E-04	0.7382E-04	0.1978E-04	0.9638E-04	0.1233E-03	0.6829E-04
80.5 - 81.5	6	2	0.9360E-04	0.1318E-03	0.5539E-04	0.9059E-04	0.1155E-03	0.6436E-04
81.5 - 82.5	6	2	0.9360E-04	0.1318E-03	0.5539E-04	0.8542E-04	0.1085E-03	0.6098E-04
82.5 - 83.5	5	2	0.7800E-04	0.1129E-03	0.4312E-04	0.8082E-04	0.1021E-03	0.5813E-04
83.5 - 84.5	3	2	0.4680E-04	0.7382E-04	0.1978E-04	0.7676E-04	0.9630E-04	0.5576E-04
84.5 - 85.5	2	1	0.1560E-04	0.3120E-04	0.1560E-04	0.7318E-04	0.9109E-04	0.5386E-04
85.5 - 86.5	2	1	0.3120E-04	0.5326E-04	0.1560E-04	0.7006E-04	0.8641E-04	0.5241E-04
86.5 - 87.5						0.6738E-04	0.8221E-04	0.5141E-04
87.5 - 88.5						0.6509E-04	0.7847E-04	0.5087E-04
88.5 - 89.5						0.6320E-04	0.7515E-04	0.5079E-04

THE PRODUCTION RATE FROM 1.5 MEV TO 89.5 MEV IS 0.2622E+00 PARICLES/PI UPPER LIMIT 0.2645E+00 LOWER LIMIT 0.2602E+00.  
 THE AVERAGE ENRGY BETWEEN 1.5 MEV AND 89.5 MEV IS 16.0 MEV, UPPER LIMIT 15.2 MEV, LOWER LIMIT 17.0 MEV.

Tritons Target: 0.1 mm Acetate

ENERGY(MEV)	EVENTS	ERROR	MEASURED PRODUCTION RATES			CORRECTED (UNFOLDED) PRODUCTION RATES		
			VALUE	UPPER LIMIT	LOWER LIMIT	VALUE	UPPER LIMIT	LOWER LIMIT
1.5 - 2.5	834	29	0.1301E-01	0.1346E-01	0.1256E-01	0.4603E-01	0.4656E-01	0.4401E-01
2.5 - 3.5	669	26	0.1044E-01	0.1084E-01	0.1003E-01	0.1986E-01	0.2069E-01	0.1928E-01
3.5 - 4.5						0.1356E-01	0.1414E-01	0.1309E-01
4.5 - 5.5	561	24	0.8752E-02	0.9121E-02	0.8382E-02	0.1306E-01	0.1339E-01	0.1244E-01
5.5 - 6.5	643	25	0.1003E-01	0.1043E-01	0.9635E-02	0.1153E-01	0.1187E-01	0.1098E-01
6.5 - 7.5						0.9785E-02	0.1016E-01	0.9339E-02
7.5 - 8.5	481	22	0.7504E-02	0.7846E-02	0.7161E-02	0.8248E-02	0.8632E-02	0.7882E-02
8.5 - 9.5	363	19	0.5663E-02	0.5960E-02	0.5366E-02	0.6998E-02	0.7369E-02	0.6686E-02
9.5 - 10.5	344	19	0.5366E-02	0.5656E-02	0.5077E-02	0.6005E-02	0.6353E-02	0.5728E-02
10.5 - 11.5	268	16	0.4181E-02	0.4436E-02	0.3925E-02	0.5217E-02	0.5538E-02	0.4962E-02
11.5 - 12.5	307	18	0.4789E-02	0.5063E-02	0.4516E-02	0.4586E-02	0.4879E-02	0.4346E-02
12.5 - 13.5	205	14	0.3198E-02	0.3421E-02	0.2975E-02	0.4073E-02	0.4342E-02	0.3844E-02
13.5 - 14.5	204	14	0.3192E-02	0.3405E-02	0.2960E-02	0.3651E-02	0.3899E-02	0.3430E-02
14.5 - 15.5	193	14	0.3011E-02	0.3228E-02	0.2794E-02	0.3299E-02	0.3528E-02	0.3084E-02
15.5 - 16.5	161	13	0.2512E-02	0.2710E-02	0.2314E-02	0.3002E-02	0.3215E-02	0.2792E-02
16.5 - 17.5	182	13	0.2839E-02	0.3050E-02	0.2629E-02	0.2747E-02	0.2947E-02	0.2543E-02
17.5 - 18.5	171	13	0.2668E-02	0.2872E-02	0.2464E-02	0.2527E-02	0.2716E-02	0.2327E-02
18.5 - 19.5	171	13	0.2668E-02	0.2872E-02	0.2464E-02	0.2334E-02	0.2513E-02	0.2139E-02
19.5 - 20.5	135	12	0.2106E-02	0.2287E-02	0.1925E-02	0.2164E-02	0.2335E-02	0.1973E-02
20.5 - 21.5	138	12	0.2153E-02	0.2336E-02	0.1970E-02	0.2012E-02	0.2176E-02	0.1826E-02
21.5 - 22.5	114	11	0.1778E-02	0.1945E-02	0.1612E-02	0.1876E-02	0.2034E-02	0.1694E-02
22.5 - 23.5	111	11	0.1732E-02	0.1896E-02	0.1567E-02	0.1753E-02	0.1906E-02	0.1576E-02
23.5 - 24.5	87	9	0.1357E-02	0.1503E-02	0.1212E-02	0.1641E-02	0.1789E-02	0.1468E-02
24.5 - 25.5	88	9	0.1373E-02	0.1519E-02	0.1226E-02	0.1538E-02	0.1683E-02	0.1371E-02
25.5 - 26.5	94	10	0.1466E-02	0.1618E-02	0.1315E-02	0.1443E-02	0.1584E-02	0.1281E-02
26.5 - 27.5	86	9	0.1342E-02	0.1486E-02	0.1197E-02	0.1356E-02	0.1494E-02	0.1199E-02
27.5 - 28.5	99	10	0.1544E-02	0.1700E-02	0.1389E-02	0.1275E-02	0.1409E-02	0.1122E-02
28.5 - 29.5	78	9	0.1217E-02	0.1355E-02	0.1079E-02	0.1200E-02	0.1331E-02	0.1052E-02
29.5 - 30.5	86	9	0.1342E-02	0.1486E-02	0.1197E-02	0.1129E-02	0.1257E-02	0.9865E-03
30.5 - 31.5	55	7	0.8580E-03	0.9737E-03	0.7423E-03	0.1063E-02	0.1188E-02	0.9254E-03
31.5 - 32.5	49	7	0.7644E-03	0.8736E-03	0.6552E-03	0.1001E-02	0.1123E-02	0.8683E-03
32.5 - 33.5	56	7	0.8736E-03	0.9903E-03	0.7569E-03	0.9421E-03	0.1062E-02	0.8149E-03
33.5 - 34.5	60	8	0.9360E-03	0.1057E-02	0.8152E-03	0.8868E-03	0.1004E-02	0.7646E-03
34.5 - 35.5	59	8	0.9204E-03	0.1040E-02	0.8006E-03	0.8344E-03	0.9485E-03	0.7173E-03
35.5 - 36.5	49	7	0.7644E-03	0.8736E-03	0.6552E-03	0.7845E-03	0.8958E-03	0.6723E-03
36.5 - 37.5	49	7	0.7644E-03	0.8736E-03	0.6552E-03	0.7372E-03	0.8456E-03	0.6299E-03
37.5 - 38.5	42	6	0.6552E-03	0.7563E-03	0.5541E-03	0.6924E-03	0.7979E-03	0.5899E-03
38.5 - 39.5	39	6	0.6084E-03	0.7058E-03	0.5110E-03	0.6499E-03	0.7524E-03	0.5520E-03
39.5 - 40.5	47	7	0.7332E-03	0.8401E-03	0.6263E-03	0.6095E-03	0.7091E-03	0.5162E-03
40.5 - 41.5	35	6	0.5460E-03	0.6383E-03	0.4537E-03	0.5713E-03	0.6678E-03	0.4824E-03
41.5 - 42.5	31	6	0.4836E-03	0.5705E-03	0.3967E-03	0.5350E-03	0.6286E-03	0.4505E-03
42.5 - 43.5	28	5	0.4368E-03	0.5193E-03	0.3543E-03	0.5006E-03	0.5911E-03	0.4204E-03
43.5 - 44.5	20	4	0.3120E-03	0.3818E-03	0.2422E-03	0.4681E-03	0.5556E-03	0.3919E-03
44.5 - 45.5	35	6	0.5460E-03	0.6383E-03	0.4537E-03	0.4373E-03	0.5217E-03	0.3651E-03
45.5 - 46.5	21	5	0.3276E-03	0.3991E-03	0.2561E-03	0.4082E-03	0.4895E-03	0.3397E-03
46.5 - 47.5	27	5	0.4212E-03	0.5023E-03	0.3401E-03	0.3807E-03	0.4590E-03	0.3158E-03
47.5 - 48.5	22	5	0.3432E-03	0.4164E-03	0.2700E-03	0.3548E-03	0.4301E-03	0.2933E-03
48.5 - 49.5	24	5	0.3744E-03	0.4508E-03	0.2980E-03	0.3303E-03	0.4026E-03	0.2721E-03
49.5 - 50.5	18	4	0.2808E-03	0.3470E-03	0.2146E-03	0.3073E-03	0.3766E-03	0.2522E-03
50.5 - 51.5	22	5	0.3432E-03	0.4164E-03	0.2700E-03	0.2857E-03	0.3521E-03	0.2334E-03
51.5 - 52.5	21	5	0.3276E-03	0.3991E-03	0.2561E-03	0.2654E-03	0.3289E-03	0.2158E-03
52.5 - 53.5	23	5	0.3588E-03	0.4336E-03	0.2840E-03	0.2464E-03	0.3070E-03	0.1993E-03
53.5 - 54.5	11	3	0.1716E-03	0.2233E-03	0.1199E-03	0.2285E-03	0.2864E-03	0.1839E-03
54.5 - 55.5	10	3	0.1560E-03	0.2053E-03	0.1067E-03	0.2119E-03	0.2670E-03	0.1694E-03
55.5 - 56.5	14	4	0.2184E-03	0.2768E-03	0.1600E-03	0.1963E-03	0.2488E-03	0.1559E-03
56.5 - 57.5	7	3	0.1092E-03	0.1505E-03	0.6793E-04	0.1819E-03	0.2317E-03	0.1432E-03
57.5 - 58.5	9	3	0.1404E-03	0.1872E-03	0.9360E-04	0.1684E-03	0.2157E-03	0.1315E-03
58.5 - 59.5	10	3	0.1560E-03	0.2053E-03	0.1067E-03	0.1559E-03	0.2007E-03	0.1205E-03
59.5 - 60.5	4	2	0.6240E-04	0.9360E-04	0.3120E-04	0.1443E-03	0.1867E-03	0.1103E-03
60.5 - 61.5	6	2	0.9360E-04	0.1318E-03	0.5539E-04	0.1336E-03	0.1736E-03	0.1008E-03
61.5 - 62.5	8	3	0.1248E-03	0.1689E-03	0.8068E-04	0.1237E-03	0.1615E-03	0.9204E-04
62.5 - 63.5	8	3	0.1248E-03	0.1689E-03	0.8068E-04	0.1146E-03	0.1501E-03	0.8390E-04
63.5 - 64.5	4	2	0.6240E-04	0.9360E-04	0.3120E-04	0.1062E-03	0.1396E-03	0.7638E-04
64.5 - 65.5	8	3	0.1248E-03	0.1689E-03	0.8068E-04	0.9852E-04	0.1298E-03	0.6943E-04
65.5 - 66.5	5	2	0.7800E-04	0.1129E-03	0.4312E-04	0.9148E-04	0.1208E-03	0.6302E-04
66.5 - 67.5	8	3	0.1248E-03	0.1689E-03	0.8068E-04	0.8505E-04	0.1124E-03	0.5712E-04
67.5 - 68.5	4	2	0.6240E-04	0.9360E-04	0.3120E-04	0.7920E-04	0.1046E-03	0.5169E-04
68.5 - 69.5	3	2	0.4680E-04	0.7382E-04	0.1978E-04	0.7389E-04	0.9745E-04	0.4672E-04
69.5 - 70.5	2	1	0.3120E-04	0.5326E-04	0.1560E-04	0.6908E-04	0.9085E-04	0.4215E-04
70.5 - 71.5	7	3	0.1092E-03	0.1505E-03	0.6793E-04	0.6476E-04	0.8477E-04	0.3798E-04
71.5 - 72.5	2	1	0.3120E-04	0.5326E-04	0.1560E-04	0.6088E-04	0.7918E-04	0.3417E-04
72.5 - 73.5	2	1	0.3120E-04	0.5326E-04	0.1560E-04	0.5743E-04	0.7405E-04	0.3069E-04
73.5 - 74.5	2	1	0.3120E-04	0.5326E-04	0.1560E-04	0.5439E-04	0.6935E-04	0.2753E-04
74.5 - 75.5	2	1	0.3120E-04	0.5326E-04	0.1560E-04	0.5173E-04	0.6505E-04	0.2465E-04
75.5 - 76.5	5	2	0.7800E-04	0.1129E-03	0.4312E-04	0.4944E-04	0.6111E-04	0.2204E-04
76.5 - 77.5	2	1	0.1560E-04	0.3120E-04	0.1560E-04	0.4750E-04	0.5753E-04	0.1967E-04
77.5 - 78.5	3	2	0.4680E-04	0.7382E-04	0.1978E-04	0.4593E-04	0.5427E-04	0.1753E-04
78.5 - 79.5	2	1	0.1560E-04	0.3120E-04	0.1560E-04	0.4470E-04	0.5132E-04	0.1560E-04
79.5 - 80.5	2	1	0.1560E-04	0.3120E-04	0.1560E-04	0.4383E-04	0.4865E-04	0.1386E-04

THE PRODUCTION RATE FROM 1.5 MEV TO 80.5 MEV IS 0.2019E+00 PARICLES/PI UPPER LIMIT 0.2036E+00 LOWER LIMIT 0.1993E+00.  
 THE AVERAGE ENERGY BETWEEN 1.5 MEV AND 80.5 MEV IS 10.8 MEV, UPPER LIMIT 10.2 MEV, LOWER LIMIT 11.5 MEV.

Helium-3 Target: O.1 mm Acetate

Table with columns: ENERGY(MEV), EVENTS, ERROR, MEASURED PRODUCTION RATES (VALUE, UPPER LIMIT, LOWER LIMIT), CORRECTED (UNFOLDED) PRODUCTION RATES (VALUE, UPPER LIMIT, LOWER LIMIT). Rows show energy ranges from 6.5-7.5 to 45.5-46.5 MeV.

THE UNFOLDED SPECTRUM CROSSES ZERO AT 6.880 MEV, LOWER LIMIT 7.400 MEV, UPPER LIMIT 7.540 MEV. THE PRODUCTION RATE FROM 6.9 MEV TO 46.5 MEV IS 0.2257E-01 PARICLES/PI UPPER LIMIT 0.2324E-01 LOWER LIMIT 0.2189E-01. THE AVERAGE ENRGY BETWEEN 6.9 MEV AND 46.5 MEV IS 16.5 MEV, UPPER LIMIT 14.7 MEV, LOWER LIMIT 19.4 MEV.

Helium-4 Target: O.1 mm Acetate

Table with columns: ENERGY(MEV), EVENTS, ERROR, MEASURED PRODUCTION RATES (VALUE, UPPER LIMIT, LOWER LIMIT), CORRECTED (UNFOLDED) PRODUCTION RATES (VALUE, UPPER LIMIT, LOWER LIMIT). Rows show energy ranges from 1.5-2.5 to 52.5-53.5 MeV.

THE PRODUCTION RATE FROM 1.5 MEV TO 53.5 MEV IS 0.5396E+00 PARICLES/PI UPPER LIMIT 0.5732E+00 LOWER LIMIT 0.4990E+00. THE AVERAGE ENRGY BETWEEN 1.5 MEV AND 53.5 MEV IS 7.2 MEV, UPPER LIMIT 7.4 MEV, LOWER LIMIT 8.0 MEV.

Lithium-6 Target: 0.1 mm Acetate

ENERGY(MEV)	EVENTS	ERROR	MEASURED PRODUCTION		RATES LOWER LIMIT	CORRECTED (UNFOLDED) VALUE	UPPER LIMIT	PRODUCTION RATES LOWER LIMIT
			VALUE	UPPER LIMIT				
5.5 - 6.5	42	6	0.6552E-03	0.7563E-03	0.5541E-03	0.1195E-02	0.5443E-03	0.1598E-02
6.5 - 7.5	37	6	0.5772E-03	0.6721E-03	0.4823E-03	0.1815E-02	0.1633E-02	0.1859E-02
7.5 - 8.5	29	5	0.4524E-03	0.5364E-03	0.3684E-03	0.2069E-02	0.2192E-02	0.1889E-02
8.5 - 9.5	28	5	0.4368E-03	0.5193E-03	0.3543E-03	0.1966E-02	0.2235E-02	0.1691E-02
9.5 - 10.5	35	6	0.5460E-03	0.6383E-03	0.4537E-03	0.1725E-02	0.2039E-02	0.1429E-02
10.5 - 11.5	23	5	0.3588E-03	0.4336E-03	0.2840E-03	0.1454E-02	0.1758E-02	0.1175E-02
11.5 - 12.5	26	5	0.4056E-03	0.4851E-03	0.3261E-03	0.1199E-02	0.1470E-02	0.9533E-03
12.5 - 13.5	19	4	0.2964E-03	0.3644E-03	0.2284E-03	0.9780E-03	0.1208E-02	0.7691E-03
13.5 - 14.5	15	4	0.2340E-03	0.2944E-03	0.1736E-03	0.7927E-03	0.9819E-03	0.6193E-03
14.5 - 15.5	14	4	0.2184E-03	0.2768E-03	0.1600E-03	0.6400E-03	0.7924E-03	0.4986E-03
15.5 - 16.5	13	4	0.2028E-03	0.2590E-03	0.1466E-03	0.5151E-03	0.6352E-03	0.4011E-03
16.5 - 17.5	11	3	0.1716E-03	0.2233E-03	0.1199E-03	0.4126E-03	0.5052E-03	0.3222E-03
17.5 - 18.5	13	4	0.2028E-03	0.2590E-03	0.1466E-03	0.3280E-03	0.4020E-03	0.2576E-03
18.5 - 19.5	10	3	0.1560E-03	0.2053E-03	0.1067E-03	0.2646E-03	0.3273E-03	0.2043E-03
19.5 - 20.5	3	2	0.4680E-04	0.7382E-04	0.1978E-04	0.2174E-03	0.2675E-03	0.1682E-03
20.5 - 21.5	4	2	0.6240E-04	0.9360E-04	0.3120E-04	0.1794E-03	0.2196E-03	0.1392E-03
21.5 - 22.5	2	1	0.1560E-04	0.3120E-04	0.1560E-04	0.1488E-03	0.1810E-03	0.1159E-03
22.5 - 23.5	2	1	0.3120E-04	0.5326E-04	0.1560E-04	0.1228E-03	0.1483E-03	0.9599E-04

THE PRODUCTION RATE FROM THE AVERAGE ENRGY BETWEEN 5.5 MEV TO 23.5 MEV IS 0.1598E-01 PARICLES/PI UPPER LIMIT 0.1696E-01 LOWER LIMIT 0.1519E-01.  
 THE AVERAGE ENRGY BETWEEN 5.5 MEV AND 23.5 MEV IS 11.0 MEV, UPPER LIMIT 10.0 MEV, LOWER LIMIT 12.4 MEV.

Lithium-7 Target: 0.1 mm Acetate

ENERGY(MEV)	EVENTS	ERROR	MEASURED PRODUCTION		RATES LOWER LIMIT	CORRECTED (UNFOLDED) VALUE	UPPER LIMIT	PRODUCTION RATES LOWER LIMIT
			VALUE	UPPER LIMIT				
5.5 - 6.5	61	8	0.9516E-03	0.1073E-02	0.8298E-03	0.4824E-02	0.4741E-02	0.3514E-02
6.5 - 7.5	55	7	0.8580E-03	0.9737E-03	0.7423E-03	0.4945E-02	0.5442E-02	0.4440E-02
7.5 - 8.5	50	7	0.7800E-03	0.8903E-03	0.6697E-03	0.4380E-02	0.4927E-02	0.4159E-02
8.5 - 9.5	35	6	0.5460E-03	0.6383E-03	0.4537E-03	0.3343E-02	0.3669E-02	0.3053E-02
9.5 - 10.5	30	5	0.4680E-03	0.5534E-03	0.3826E-03	0.2530E-02	0.2783E-02	0.2211E-02
10.5 - 11.5	33	6	0.5148E-03	0.6044E-03	0.4252E-03	0.1946E-02	0.2175E-02	0.1640E-02
11.5 - 12.5	27	5	0.4212E-03	0.5023E-03	0.3401E-03	0.1526E-02	0.1739E-02	0.1253E-02
12.5 - 13.5	23	5	0.3588E-03	0.4336E-03	0.2840E-03	0.1217E-02	0.1413E-02	0.9824E-03
13.5 - 14.5	9	3	0.1404E-03	0.1872E-03	0.9360E-04	0.9838E-03	0.1160E-02	0.7882E-03
14.5 - 15.5	22	5	0.3432E-03	0.4164E-03	0.2700E-03	0.8046E-03	0.9616E-03	0.6441E-03
15.5 - 16.5	13	4	0.2028E-03	0.2590E-03	0.1466E-03	0.6641E-03	0.8021E-03	0.5341E-03
16.5 - 17.5	16	4	0.2496E-03	0.3120E-03	0.1872E-03	0.5534E-03	0.6739E-03	0.4482E-03
17.5 - 18.5	10	3	0.1560E-03	0.2053E-03	0.1067E-03	0.4639E-03	0.5686E-03	0.3793E-03
18.5 - 19.5	5	2	0.7800E-04	0.1129E-03	0.4312E-04	0.3908E-03	0.4813E-03	0.3229E-03
19.5 - 20.5	7	3	0.1092E-03	0.1505E-03	0.6793E-04	0.3307E-03	0.4087E-03	0.2768E-03
20.5 - 21.5	4	2	0.6240E-04	0.9360E-04	0.3120E-04	0.2801E-03	0.3477E-03	0.2343E-03
21.5 - 22.5	10	3	0.1560E-03	0.2053E-03	0.1067E-03	0.2371E-03	0.2944E-03	0.1970E-03
22.5 - 23.5	10	3	0.1560E-03	0.2053E-03	0.1067E-03	0.2004E-03	0.2491E-03	0.1636E-03
23.5 - 24.5	2	1	0.1560E-04	0.3120E-04	0.1560E-04	0.1687E-03	0.2098E-03	0.1335E-03
24.5 - 25.5	3	2	0.4680E-04	0.7382E-04	0.1978E-04	0.1410E-03	0.1754E-03	0.1123E-03
25.5 - 26.5	3	2	0.4680E-04	0.7382E-04	0.1978E-04	0.1166E-03	0.1452E-03	0.9531E-04
26.5 - 27.5	2	1	0.3120E-04	0.5326E-04	0.1560E-04	0.9503E-04	0.1183E-03	0.8050E-04
27.5 - 28.5	2	1	0.3120E-04	0.5326E-04	0.1560E-04	0.7884E-04	0.9805E-04	0.6761E-04
28.5 - 29.5	4	2	0.6240E-04	0.9360E-04	0.3120E-04	0.6737E-04	0.8374E-04	0.5641E-04
29.5 - 30.5	2	1	0.1560E-04	0.3120E-04	0.1560E-04	0.5762E-04	0.7159E-04	0.4672E-04
30.5 - 31.5	2	1	0.1560E-04	0.3120E-04	0.1560E-04	0.4899E-04	0.6083E-04	0.3807E-04

THE PRODUCTION RATE FROM THE AVERAGE ENRGY BETWEEN 5.5 MEV TO 31.5 MEV IS 0.3036E-01 PARICLES/PI UPPER LIMIT 0.3135E-01 LOWER LIMIT 0.2876E-01.  
 THE AVERAGE ENRGY BETWEEN 5.5 MEV AND 31.5 MEV IS 10.3 MEV, UPPER LIMIT 9.3 MEV, LOWER LIMIT 12.2 MEV.

Protons Target: 0.1 mm Mylar

ENERGY(MEV)	EVENTS	ERROR	MEASURED PRODUCTION RATES			CORRECTED (UNFOLDED) PRODUCTION RATES		
			VALUE	UPPER LIMIT	LOWER LIMIT	VALUE	UPPER LIMIT	LOWER LIMIT
1.5 - 2.5	1451	38	0.3555E-01	0.3648E-01	0.3462E-01	0.6334E-01	0.6365E-01	0.6183E-01
2.5 - 3.5	1263	36	0.3094E-01	0.3181E-01	0.3007E-01	0.4062E-01	0.4197E-01	0.3953E-01
3.5 - 4.5	1151	34	0.2820E-01	0.2903E-01	0.2737E-01	0.3330E-01	0.3410E-01	0.3231E-01
4.5 - 5.5	882	30	0.2161E-01	0.2234E-01	0.2088E-01	0.2591E-01	0.2652E-01	0.2506E-01
5.5 - 6.5	616	25	0.1509E-01	0.1570E-01	0.1448E-01	0.1861E-01	0.1940E-01	0.1794E-01
6.5 - 7.5	559	24	0.1370E-01	0.1427E-01	0.1312E-01	0.1446E-01	0.1522E-01	0.1388E-01
7.5 - 8.5	520	23	0.1274E-01	0.1330E-01	0.1218E-01	0.1213E-01	0.1281E-01	0.1162E-01
8.5 - 9.5	429	21	0.1051E-01	0.1102E-01	0.1000E-01	0.1073E-01	0.1131E-01	0.1025E-01
9.5 - 10.5	398	20	0.9751E-02	0.1024E-01	0.9262E-02	0.9809E-02	0.1032E-01	0.9343E-02
10.5 - 11.5	358	19	0.8771E-02	0.9235E-02	0.8307E-02	0.9153E-02	0.9606E-02	0.8697E-02
11.5 - 12.5	372	19	0.9114E-02	0.9587E-02	0.8641E-02	0.8655E-02	0.9067E-02	0.8206E-02
12.5 - 13.5	315	18	0.7717E-02	0.8152E-02	0.7283E-02	0.8263E-02	0.8647E-02	0.7818E-02
13.5 - 14.5	296	17	0.7252E-02	0.7674E-02	0.6830E-02	0.7920E-02	0.8285E-02	0.7478E-02
14.5 - 15.5	283	17	0.6933E-02	0.7346E-02	0.6521E-02	0.7610E-02	0.7964E-02	0.7171E-02
15.5 - 16.5	311	18	0.7619E-02	0.8052E-02	0.7187E-02	0.7323E-02	0.7672E-02	0.6889E-02
16.5 - 17.5	278	17	0.6811E-02	0.7219E-02	0.6402E-02	0.7055E-02	0.7403E-02	0.6625E-02
17.5 - 18.5	317	18	0.7766E-02	0.8203E-02	0.7330E-02	0.6802E-02	0.7152E-02	0.6378E-02
18.5 - 19.5	243	16	0.5953E-02	0.6335E-02	0.5572E-02	0.6563E-02	0.6916E-02	0.6144E-02
19.5 - 20.5	251	16	0.6149E-02	0.6538E-02	0.5761E-02	0.6335E-02	0.6692E-02	0.5923E-02
20.5 - 21.5	267	16	0.6541E-02	0.6942E-02	0.6141E-02	0.6117E-02	0.6479E-02	0.5712E-02
21.5 - 22.5	256	16	0.6272E-02	0.6664E-02	0.5880E-02	0.5910E-02	0.6277E-02	0.5513E-02
22.5 - 23.5	252	16	0.6174E-02	0.6563E-02	0.5785E-02	0.5713E-02	0.6083E-02	0.5323E-02
23.5 - 24.5	222	15	0.5439E-02	0.5804E-02	0.5074E-02	0.5525E-02	0.5898E-02	0.5143E-02
24.5 - 25.5	200	14	0.4900E-02	0.5246E-02	0.4554E-02	0.5346E-02	0.5720E-02	0.4972E-02
25.5 - 26.5	196	14	0.4802E-02	0.5145E-02	0.4459E-02	0.5175E-02	0.5505E-02	0.4808E-02
26.5 - 27.5	195	14	0.4777E-02	0.5120E-02	0.4435E-02	0.5012E-02	0.5387E-02	0.4653E-02
27.5 - 28.5	209	14	0.5120E-02	0.5475E-02	0.4766E-02	0.4856E-02	0.5230E-02	0.4505E-02
28.5 - 29.5	197	14	0.4826E-02	0.5170E-02	0.4483E-02	0.4707E-02	0.5078E-02	0.4364E-02
29.5 - 30.5	206	14	0.5047E-02	0.5399E-02	0.4695E-02	0.4564E-02	0.4933E-02	0.4229E-02
30.5 - 31.5	174	13	0.4263E-02	0.4586E-02	0.3940E-02	0.4428E-02	0.4792E-02	0.4699E-02
31.5 - 32.5	169	13	0.4140E-02	0.4459E-02	0.3822E-02	0.4297E-02	0.4656E-02	0.3975E-02
32.5 - 33.5	162	13	0.3969E-02	0.4281E-02	0.3657E-02	0.4171E-02	0.4524E-02	0.3856E-02
33.5 - 34.5	150	12	0.3675E-02	0.3975E-02	0.3375E-02	0.4050E-02	0.4396E-02	0.3741E-02
34.5 - 35.5	164	13	0.4018E-02	0.4332E-02	0.3704E-02	0.3933E-02	0.4272E-02	0.3630E-02
35.5 - 36.5	141	12	0.3454E-02	0.3745E-02	0.3164E-02	0.3820E-02	0.4152E-02	0.3523E-02
36.5 - 37.5	162	13	0.3969E-02	0.4281E-02	0.3657E-02	0.3710E-02	0.4035E-02	0.3419E-02
37.5 - 38.5	117	11	0.2866E-02	0.3132E-02	0.2601E-02	0.3604E-02	0.3920E-02	0.3318E-02
38.5 - 39.5	163	13	0.3993E-02	0.4306E-02	0.3681E-02	0.3500E-02	0.3809E-02	0.3219E-02
39.5 - 40.5	166	13	0.4067E-02	0.4383E-02	0.3751E-02	0.3399E-02	0.3700E-02	0.3123E-02
40.5 - 41.5	131	11	0.3209E-02	0.3490E-02	0.2929E-02	0.3300E-02	0.3593E-02	0.3029E-02
41.5 - 42.5	128	11	0.3136E-02	0.3413E-02	0.2859E-02	0.3204E-02	0.3488E-02	0.2936E-02
42.5 - 43.5	136	12	0.3332E-02	0.3618E-02	0.3046E-02	0.3109E-02	0.3385E-02	0.2845E-02
43.5 - 44.5	119	11	0.2915E-02	0.3183E-02	0.2648E-02	0.3015E-02	0.3284E-02	0.2756E-02
44.5 - 45.5	117	11	0.2866E-02	0.3132E-02	0.2601E-02	0.2923E-02	0.3184E-02	0.2668E-02
45.5 - 46.5	120	11	0.2940E-02	0.3208E-02	0.2672E-02	0.2833E-02	0.3086E-02	0.2581E-02
46.5 - 47.5	106	10	0.2597E-02	0.2849E-02	0.2345E-02	0.2743E-02	0.2990E-02	0.2495E-02
47.5 - 48.5	98	10	0.2401E-02	0.2644E-02	0.2158E-02	0.2655E-02	0.2894E-02	0.2409E-02
48.5 - 49.5	116	11	0.2842E-02	0.3106E-02	0.2578E-02	0.2567E-02	0.2801E-02	0.2325E-02
49.5 - 50.5	108	10	0.2646E-02	0.2901E-02	0.2391E-02	0.2481E-02	0.2708E-02	0.2242E-02
50.5 - 51.5	104	10	0.2548E-02	0.2798E-02	0.2298E-02	0.2395E-02	0.2616E-02	0.2159E-02
51.5 - 52.5	91	10	0.2229E-02	0.2463E-02	0.1996E-02	0.2310E-02	0.2526E-02	0.2077E-02
52.5 - 53.5	109	10	0.2670E-02	0.2926E-02	0.2415E-02	0.2226E-02	0.2437E-02	0.1997E-02
53.5 - 54.5	79	9	0.1935E-02	0.2153E-02	0.1718E-02	0.2142E-02	0.2349E-02	0.1916E-02
54.5 - 55.5	82	9	0.2009E-02	0.2231E-02	0.1787E-02	0.2060E-02	0.2262E-02	0.1837E-02
55.5 - 56.5	70	8	0.1715E-02	0.1920E-02	0.1510E-02	0.1978E-02	0.2176E-02	0.1759E-02
56.5 - 57.5	65	8	0.1592E-02	0.1790E-02	0.1395E-02	0.1898E-02	0.2092E-02	0.1682E-02
57.5 - 58.5	84	9	0.2058E-02	0.2283E-02	0.1833E-02	0.1818E-02	0.2008E-02	0.1606E-02
58.5 - 59.5	72	8	0.1764E-02	0.1972E-02	0.1556E-02	0.1739E-02	0.1926E-02	0.1531E-02
59.5 - 60.5	50	7	0.1225E-02	0.1398E-02	0.1052E-02	0.1662E-02	0.1846E-02	0.1458E-02
60.5 - 61.5	59	8	0.1445E-02	0.1634E-02	0.1257E-02	0.1586E-02	0.1766E-02	0.1386E-02
61.5 - 62.5	45	7	0.1102E-02	0.1267E-02	0.9381E-03	0.1511E-02	0.1688E-02	0.1315E-02
62.5 - 63.5	48	7	0.1176E-02	0.1346E-02	0.1006E-02	0.1437E-02	0.1612E-02	0.1246E-02
63.5 - 64.5	52	7	0.1274E-02	0.1451E-02	0.1097E-02	0.1366E-02	0.1537E-02	0.1179E-02
64.5 - 65.5	59	8	0.1445E-02	0.1634E-02	0.1257E-02	0.1295E-02	0.1464E-02	0.1113E-02
65.5 - 66.5	66	8	0.1617E-02	0.1816E-02	0.1418E-02	0.1227E-02	0.1392E-02	0.1050E-02
66.5 - 67.5	45	7	0.1102E-02	0.1267E-02	0.9381E-03	0.1160E-02	0.1323E-02	0.9892E-03
67.5 - 68.5	44	7	0.1078E-02	0.1241E-02	0.9155E-03	0.1095E-02	0.1254E-02	0.9296E-03
68.5 - 69.5	45	7	0.1102E-02	0.1267E-02	0.9381E-03	0.1032E-02	0.1188E-02	0.8711E-03
69.5 - 70.5	33	6	0.8085E-03	0.9492E-03	0.6678E-03	0.9710E-03	0.1124E-02	0.8157E-03
70.5 - 71.5	39	6	0.9555E-03	0.1109E-02	0.8025E-03	0.9121E-03	0.1062E-02	0.7625E-03
71.5 - 72.5	41	6	0.1004E-02	0.1161E-02	0.8476E-03	0.8554E-03	0.1001E-02	0.7116E-03
72.5 - 73.5	27	5	0.6615E-03	0.7888E-03	0.5342E-03	0.8009E-03	0.9428E-03	0.6628E-03
73.5 - 74.5	34	6	0.8330E-03	0.9759E-03	0.6901E-03	0.7485E-03	0.8865E-03	0.6164E-03
74.5 - 75.5	33	6	0.8085E-03	0.9492E-03	0.6678E-03	0.6985E-03	0.8322E-03	0.5722E-03
75.5 - 76.5	23	5	0.5635E-03	0.6310E-03	0.4460E-03	0.6507E-03	0.7801E-03	0.5303E-03
76.5 - 77.5	30	5	0.7350E-03	0.8692E-03	0.6008E-03	0.6051E-03	0.7301E-03	0.4907E-03
77.5 - 78.5	31	6	0.7595E-03	0.8959E-03	0.6231E-03	0.5618E-03	0.6822E-03	0.4532E-03
78.5 - 79.5	26	5	0.6370E-03	0.7619E-03	0.5121E-03	0.5207E-03	0.6364E-03	0.4178E-03
79.5 - 80.5	9	3	0.2205E-03	0.2940E-03	0.1470E-03	0.4818E-03	0.5927E-03	0.3847E-03
80.5 - 81.5	17	4	0.4165E-03	0.5175E-03	0.3155E-03	0.4451E-03	0.5511E-03	0.3535E-03
81.5 - 82.5	8	3	0.1960E-03	0.2653E-03	0.1267E-03	0.4106E-03	0.5116E-03	0.3244E-03
82.5 - 83.5	11	3	0.2695E-03	0.3508E-03	0.1882E-03	0.3781E-03	0.4741E-03	0.2973E-03
83.5 - 84.5	12	3	0.2940E-03	0.3789E-03	0.2091E-03	0.3477E-03	0.4386E-03	0.2720E-03
84.5 - 85.5	12	3	0.2940E-03	0.3789E-03	0.2091E-03	0.3192E-03	0.4052E-03	0.2485E-03
85.5 - 86.5	13	4	0.3185E-03	0.4068E-03	0.2302E-03	0.2926E-03	0.3736E-03	0.2267E-03
86.5 - 87.5	12	3	0.2940E-03	0.3789E-03	0.2091E-03	0.2678E-03	0.3439E-03	0.2066E-03
87.5 - 88.5	10	3	0.2450E-03	0.3225E-03	0.1675E-03	0.2448E-03	0.3160E-03	0.1880E-03
88.5 - 89.5	14	4	0.3430E-03	0.4347E-03	0.2513E-03	0.2235E-03	0.2899E-03	0.1729E-03
89.5 - 90.5	6	2	0.1470E-03	0.2070E-03	0.8699E-04	0.2037E-03	0.2655E-03	0.1551E-03
90.5 - 91.5	5	2	0.1225E-03	0.1773E-03	0.6772E-04	0.1855E-03	0.2428E-03	0.1407E-03
91.5 - 92.5	7	3	0.1715E-03	0.2363E-03	0.1067E-03	0.1686E-03	0.2216E-03	0.1274E-03
92.5 - 93.5	5	2	0.1225E-03	0.1773E-03	0.6772E-04	0.1532E-03	0.2019E-03	0.1153E-03
93.5 - 94.5	4	2	0.9800E-04	0.1470E-03	0.4900E-04	0.1390E-03	0.1836E-03	0.1043E-03
94.5 - 95.5	8	3	0.1960E-03	0.2653E-03	0.1267E-03	0.1259E-03	0.1667E-03	0.9426E-04
95.5 - 96.5	4	2	0.9800E-04	0.1470E-03	0.4900E-04	0.1140E-03	0.1512E-03	0.8512E-04
96.5 - 97.5	2	1	0.4900E-04	0.8365E-04	0.2450E-04	0.1032E-03	0.1368E-03	0.7682E-04
97.5 - 98.5	3	2	0.7350E-04	0.1159E-03	0.3106E-04	0.9323E-04	0.1236E-03	0.6930E-04

THE PRODUCTION RATE FROM THE AVERAGE ENRGY BETWEEN

1.5 MEV TO 1.5 MEV AND



Deuterons Target: 0.1 mm Mylar

ENERGY(MEV)	EVENTS	ERROR	MEASURED VALUE	PRODUCTION UPPER LIMIT	RATES LOWER LIMIT	CORRECTED VALUE	(UNFOLDED) UPPER LIMIT	PRODUCTION LOWER LIMIT	RATES LOWER LIMIT
1.5 - 2.5	871	30	0.2134E-01	0.2206E-01	0.2062E-01	0.2568E-01	0.2572E-01	0.2598E-01	
2.5 - 3.5						0.3117E-01	0.3228E-01	0.3005E-01	
3.5 - 4.5	778	28	0.1906E-01	0.1974E-01	0.1838E-01	0.2860E-01	0.2976E-01	0.2738E-01	
4.5 - 5.5						0.2275E-01	0.2361E-01	0.2186E-01	
5.5 - 6.5						0.1806E-01	0.1872E-01	0.1739E-01	
6.5 - 7.5	603	25	0.1477E-01	0.1538E-01	0.1417E-01	0.1468E-01	0.1523E-01	0.1414E-01	
7.5 - 8.5	432	21	0.1058E-01	0.1109E-01	0.1007E-01	0.1226E-01	0.1276E-01	0.1177E-01	
8.5 - 9.5	376	19	0.9212E-02	0.9687E-02	0.8737E-02	0.1049E-01	0.1095E-01	0.1003E-01	
9.5 - 10.5	324	18	0.7938E-02	0.8379E-02	0.7497E-02	0.9158E-02	0.9606E-02	0.8722E-02	
10.5 - 11.5	312	18	0.7644E-02	0.8077E-02	0.7211E-02	0.8137E-02	0.8572E-02	0.7711E-02	
11.5 - 12.5	294	17	0.7203E-02	0.7623E-02	0.6783E-02	0.7336E-02	0.7760E-02	0.6916E-02	
12.5 - 13.5	246	16	0.6027E-02	0.6411E-02	0.5643E-02	0.6693E-02	0.7108E-02	0.6279E-02	
13.5 - 14.5	248	16	0.6076E-02	0.6462E-02	0.5690E-02	0.6169E-02	0.6575E-02	0.5761E-02	
14.5 - 15.5	241	16	0.5904E-02	0.6285E-02	0.5524E-02	0.5735E-02	0.6132E-02	0.5333E-02	
15.5 - 16.5	192	14	0.4704E-02	0.5043E-02	0.4365E-02	0.5369E-02	0.5758E-02	0.4973E-02	
16.5 - 17.5	201	14	0.4924E-02	0.5272E-02	0.4577E-02	0.5056E-02	0.5437E-02	0.4668E-02	
17.5 - 18.5	172	13	0.4214E-02	0.4535E-02	0.3893E-02	0.4786E-02	0.5158E-02	0.4405E-02	
18.5 - 19.5	197	14	0.4826E-02	0.5170E-02	0.4483E-02	0.4549E-02	0.4912E-02	0.4177E-02	
19.5 - 20.5	156	12	0.3822E-02	0.4128E-02	0.3516E-02	0.4339E-02	0.4693E-02	0.3975E-02	
20.5 - 21.5	189	14	0.4630E-02	0.4967E-02	0.4294E-02	0.4150E-02	0.4495E-02	0.3796E-02	
21.5 - 22.5	152	12	0.3724E-02	0.4026E-02	0.3422E-02	0.3979E-02	0.4315E-02	0.3635E-02	
22.5 - 23.5	134	12	0.3283E-02	0.3572E-02	0.2999E-02	0.3823E-02	0.4150E-02	0.3488E-02	
23.5 - 24.5	156	12	0.3822E-02	0.4128E-02	0.3516E-02	0.3678E-02	0.3996E-02	0.3354E-02	
24.5 - 25.5	157	13	0.3846E-02	0.4153E-02	0.3540E-02	0.3543E-02	0.3852E-02	0.3229E-02	
25.5 - 26.5	120	11	0.2940E-02	0.3208E-02	0.2672E-02	0.3417E-02	0.3717E-02	0.3112E-02	
26.5 - 27.5	135	12	0.3307E-02	0.3592E-02	0.3023E-02	0.3296E-02	0.3588E-02	0.3001E-02	
27.5 - 28.5	129	11	0.3160E-02	0.3439E-02	0.2882E-02	0.3181E-02	0.3464E-02	0.2896E-02	
28.5 - 29.5	122	11	0.2989E-02	0.3260E-02	0.2718E-02	0.3070E-02	0.3344E-02	0.2795E-02	
29.5 - 30.5	114	11	0.2793E-02	0.3055E-02	0.2531E-02	0.2963E-02	0.3229E-02	0.2697E-02	
30.5 - 31.5	122	11	0.2989E-02	0.3260E-02	0.2718E-02	0.2859E-02	0.3117E-02	0.2602E-02	
31.5 - 32.5	103	10	0.2523E-02	0.2772E-02	0.2275E-02	0.2757E-02	0.3008E-02	0.2510E-02	
32.5 - 33.5	115	11	0.2817E-02	0.3080E-02	0.2555E-02	0.2658E-02	0.2901E-02	0.2420E-02	
33.5 - 34.5	114	11	0.2793E-02	0.3055E-02	0.2531E-02	0.2561E-02	0.2797E-02	0.2331E-02	
34.5 - 35.5	123	11	0.3013E-02	0.3285E-02	0.2742E-02	0.2466E-02	0.2695E-02	0.2244E-02	
35.5 - 36.5	121	11	0.2964E-02	0.3234E-02	0.2695E-02	0.2373E-02	0.2595E-02	0.2158E-02	
36.5 - 37.5	99	10	0.2425E-02	0.2669E-02	0.2182E-02	0.2281E-02	0.2497E-02	0.2073E-02	
37.5 - 38.5	82	9	0.2009E-02	0.2231E-02	0.1787E-02	0.2191E-02	0.2400E-02	0.1990E-02	
38.5 - 39.5	80	9	0.1960E-02	0.2179E-02	0.1741E-02	0.2102E-02	0.2305E-02	0.1907E-02	
39.5 - 40.5	76	9	0.1862E-02	0.2076E-02	0.1648E-02	0.2014E-02	0.2212E-02	0.1825E-02	
40.5 - 41.5	82	9	0.2009E-02	0.2231E-02	0.1787E-02	0.1928E-02	0.2121E-02	0.1744E-02	
41.5 - 42.5	66	9	0.1617E-02	0.1816E-02	0.1418E-02	0.1844E-02	0.2031E-02	0.1664E-02	
42.5 - 43.5	88	9	0.2156E-02	0.2386E-02	0.1926E-02	0.1760E-02	0.1943E-02	0.1585E-02	
43.5 - 44.5	61	8	0.1494E-02	0.1686E-02	0.1303E-02	0.1679E-02	0.1857E-02	0.1508E-02	
44.5 - 45.5	65	8	0.1592E-02	0.1790E-02	0.1395E-02	0.1599E-02	0.1773E-02	0.1431E-02	
45.5 - 46.5	65	8	0.1592E-02	0.1790E-02	0.1395E-02	0.1521E-02	0.1691E-02	0.1356E-02	
46.5 - 47.5	62	8	0.1519E-02	0.1712E-02	0.1326E-02	0.1444E-02	0.1610E-02	0.1283E-02	
47.5 - 48.5	69	8	0.1690E-02	0.1894E-02	0.1487E-02	0.1370E-02	0.1532E-02	0.1211E-02	
48.5 - 49.5	58	8	0.1421E-02	0.1608E-02	0.1234E-02	0.1297E-02	0.1455E-02	0.1141E-02	
49.5 - 50.5	50	7	0.1225E-02	0.1398E-02	0.1052E-02	0.1226E-02	0.1381E-02	0.1072E-02	
50.5 - 51.5	46	7	0.1127E-02	0.1293E-02	0.9608E-03	0.1157E-02	0.1309E-02	0.1006E-02	
51.5 - 52.5	44	7	0.1078E-02	0.1241E-02	0.9155E-03	0.1091E-02	0.1239E-02	0.9415E-03	
52.5 - 53.5	43	7	0.1053E-02	0.1214E-02	0.8928E-03	0.1026E-02	0.1171E-02	0.8793E-03	
53.5 - 54.5	30	5	0.7350E-03	0.8692E-03	0.6008E-03	0.9642E-03	0.1106E-02	0.8193E-03	
54.5 - 55.5	35	6	0.8575E-03	0.1002E-02	0.7126E-03	0.9043E-03	0.1043E-02	0.7617E-03	
55.5 - 56.5	38	6	0.9310E-03	0.1082E-02	0.7800E-03	0.8467E-03	0.9820E-03	0.7065E-03	
56.5 - 57.5	26	5	0.5880E-03	0.7080E-03	0.4680E-03	0.7915E-03	0.9231E-03	0.6537E-03	
57.5 - 58.5	26	5	0.6370E-03	0.7619E-03	0.5121E-03	0.7386E-03	0.8672E-03	0.6033E-03	
58.5 - 59.5	22	5	0.5390E-03	0.6539E-03	0.4241E-03	0.6880E-03	0.8134E-03	0.5555E-03	
59.5 - 60.5	28	5	0.6860E-03	0.8156E-03	0.5564E-03	0.6398E-03	0.7618E-03	0.5102E-03	
60.5 - 61.5	16	4	0.3920E-03	0.4900E-03	0.2940E-03	0.5939E-03	0.7126E-03	0.4674E-03	
61.5 - 62.5	19	4	0.4655E-03	0.5723E-03	0.3587E-03	0.5504E-03	0.6656E-03	0.4271E-03	
62.5 - 63.5	14	4	0.3430E-03	0.4347E-03	0.2513E-03	0.5091E-03	0.6209E-03	0.3892E-03	
63.5 - 64.5	13	4	0.3185E-03	0.4068E-03	0.2302E-03	0.4701E-03	0.5783E-03	0.3538E-03	
64.5 - 65.5	3	3	0.2205E-03	0.2940E-03	0.1470E-03	0.4333E-03	0.5380E-03	0.3208E-03	
65.5 - 66.5	17	4	0.4165E-03	0.5175E-03	0.3155E-03	0.3987E-03	0.4998E-03	0.2900E-03	
66.5 - 67.5	3	3	0.1960E-03	0.2653E-03	0.1267E-03	0.3662E-03	0.4636E-03	0.2615E-03	
67.5 - 68.5	13	4	0.3185E-03	0.4068E-03	0.2302E-03	0.3357E-03	0.4295E-03	0.2352E-03	
68.5 - 69.5	10	3	0.2450E-03	0.3225E-03	0.1675E-03	0.3072E-03	0.3973E-03	0.2109E-03	
69.5 - 70.5	12	3	0.2940E-03	0.3789E-03	0.2091E-03	0.2806E-03	0.3670E-03	0.1886E-03	
70.5 - 71.5	16	4	0.3920E-03	0.4900E-03	0.2940E-03	0.2558E-03	0.3386E-03	0.1682E-03	
71.5 - 72.5	6	2	0.1470E-03	0.2070E-03	0.8699E-04	0.2328E-03	0.3119E-03	0.1496E-03	
72.5 - 73.5	7	3	0.1715E-03	0.2363E-03	0.1067E-03	0.2114E-03	0.2870E-03	0.1327E-03	
73.5 - 74.5	3	2	0.7350E-04	0.1159E-03	0.3106E-04	0.1917E-03	0.2636E-03	0.1173E-03	
74.5 - 75.5	4	2	0.9800E-04	0.1470E-03	0.4900E-04	0.1735E-03	0.2419E-03	0.1034E-03	
75.5 - 76.5	5	2	0.1225E-03	0.1773E-03	0.6772E-04	0.1567E-03	0.2216E-03	0.9094E-04	
76.5 - 77.5	9	3	0.2205E-03	0.2940E-03	0.1470E-03	0.1413E-03	0.2027E-03	0.7971E-04	
77.5 - 78.5	9	3	0.2205E-03	0.2940E-03	0.1470E-03	0.1272E-03	0.1852E-03	0.6967E-04	
78.5 - 79.5	8	3	0.1960E-03	0.2653E-03	0.1267E-03	0.1142E-03	0.1690E-03	0.6072E-04	
79.5 - 80.5	4	2	0.9800E-04	0.1470E-03	0.4900E-04	0.1024E-03	0.1539E-03	0.5276E-04	
80.5 - 81.5	4	2	0.9800E-04	0.1470E-03	0.4900E-04	0.9165E-04	0.1400E-03	0.4571E-04	
81.5 - 82.5	4	2	0.9800E-04	0.1470E-03	0.4900E-04	0.8186E-04	0.1272E-03	0.3947E-04	
82.5 - 83.5	2	1	0.2450E-04	0.4900E-04	0.2450E-04	0.7298E-04	0.1154E-03	0.3399E-04	
83.5 - 84.5	3	2	0.7350E-04	0.1159E-03	0.3106E-04	0.6495E-04	0.1046E-03	0.2918E-04	
84.5 - 85.5	2	1	0.9800E-04	0.1470E-03	0.4900E-04	0.5768E-04	0.9464E-04	0.2498E-04	
85.5 - 86.5	2	1	0.4900E-04	0.8365E-04	0.2450E-04	0.5114E-04	0.8551E-04	0.2131E-04	
86.5 - 87.5	2	1	0.4900E-04	0.8365E-04	0.2450E-04	0.4524E-04	0.7716E-04	0.1813E-04	
87.5 - 88.5	3	2	0.7350E-04	0.1159E-03	0.3106E-04	0.3996E-04	0.6953E-04	0.1538E-04	
88.5 - 89.5	2	1	0.4900E-04	0.8365E-04	0.2450E-04	0.3522E-04	0.6256E-04	0.1300E-04	
89.5 - 90.5	2	1	0.4900E-04	0.8365E-04	0.2450E-04	0.3099E-04	0.5622E-04	0.1096E-04	

THE PRODUCTION RATE FROM THE AVERAGE ENRGY BETWEEN 1.5 MEV TO 1.5 MEV AND 90.5 MEV IS 0.3209E+00 PARICLES/PI 90.5 MEV IS 15.9 MEV, UPPER LIMIT UPPER LIMIT 0.3237E+00 LOWER LIMIT 0.3179E+00. 15.0 MEV, LOWER LIMIT 17.0 MEV.

Tritons Target: 0.1 mm Mylar

ENERGY(MEV)	EVENTS	ERROR	MEASURED PRODUCTION RATES			CORRECTED (UNFOLDED) PRODUCTION RATES		
			VALUE	UPPER LIMIT	LOWER LIMIT	VALUE	UPPER LIMIT	LOWER LIMIT
1.5 - 2.5	729	27	0.1786E-01	0.1852E-01	0.1720E-01	0.6220E-01	0.6412E-01	0.6041E-01
2.5 - 3.5	625	25	0.1531E-01	0.1592E-01	0.1470E-01	0.2748E-01	0.2846E-01	0.2656E-01
3.5 - 4.5	546	23	0.1338E-01	0.1395E-01	0.1280E-01	0.1896E-01	0.1976E-01	0.1812E-01
4.5 - 5.5	578	24	0.1416E-01	0.1475E-01	0.1357E-01	0.1869E-01	0.1948E-01	0.1784E-01
5.5 - 6.5	603	25	0.1477E-01	0.1538E-01	0.1417E-01	0.1734E-01	0.1805E-01	0.1665E-01
6.5 - 7.5	635	25	0.1556E-01	0.1617E-01	0.1494E-01	0.1553E-01	0.1615E-01	0.1497E-01
7.5 - 8.5	495	22	0.1213E-01	0.1267E-01	0.1158E-01	0.1370E-01	0.1426E-01	0.1321E-01
8.5 - 9.5	437	21	0.1071E-01	0.1122E-01	0.1019E-01	0.1204E-01	0.1255E-01	0.1158E-01
9.5 - 10.5	361	19	0.8844E-02	0.9310E-02	0.8379E-02	0.1058E-01	0.1106E-01	0.1013E-01
10.5 - 11.5	291	17	0.7129E-02	0.7547E-02	0.6712E-02	0.9315E-02	0.9769E-02	0.8873E-02
11.5 - 12.5	290	17	0.7105E-02	0.7522E-02	0.6688E-02	0.8229E-02	0.8661E-02	0.7792E-02
12.5 - 13.5	262	16	0.6419E-02	0.6816E-02	0.6022E-02	0.7295E-02	0.7707E-02	0.6865E-02
13.5 - 14.5	253	16	0.6198E-02	0.6588E-02	0.5809E-02	0.6489E-02	0.6883E-02	0.6068E-02
14.5 - 15.5	241	16	0.5904E-02	0.6285E-02	0.5524E-02	0.5792E-02	0.6169E-02	0.5383E-02
15.5 - 16.5	200	14	0.4900E-02	0.5246E-02	0.4554E-02	0.5186E-02	0.5548E-02	0.4790E-02
16.5 - 17.5	195	14	0.4777E-02	0.5120E-02	0.4435E-02	0.4658E-02	0.5004E-02	0.4276E-02
17.5 - 18.5	85	9	0.2082E-02	0.2308E-02	0.1857E-02	0.4195E-02	0.4526E-02	0.3830E-02
18.5 - 19.5	68	8	0.1666E-02	0.1868E-02	0.1464E-02	0.3789E-02	0.4106E-02	0.3439E-02
19.5 - 20.5	158	13	0.3871E-02	0.4179E-02	0.3563E-02	0.3430E-02	0.3733E-02	0.3097E-02
20.5 - 21.5	121	11	0.2964E-02	0.3234E-02	0.2695E-02	0.3113E-02	0.3403E-02	0.2797E-02
21.5 - 22.5	114	11	0.2793E-02	0.3055E-02	0.2531E-02	0.2831E-02	0.3108E-02	0.2531E-02
22.5 - 23.5	104	10	0.2548E-02	0.2798E-02	0.2298E-02	0.2580E-02	0.2845E-02	0.2296E-02
23.5 - 24.5	105	10	0.2572E-02	0.2824E-02	0.2321E-02	0.2356E-02	0.2609E-02	0.2088E-02
24.5 - 25.5	83	9	0.2033E-02	0.2257E-02	0.1810E-02	0.2156E-02	0.2397E-02	0.1902E-02
25.5 - 26.5	90	9	0.2205E-02	0.2437E-02	0.1973E-02	0.1976E-02	0.2207E-02	0.1737E-02
26.5 - 27.5	95	10	0.2327E-02	0.2566E-02	0.2089E-02	0.1814E-02	0.2034E-02	0.1589E-02
27.5 - 28.5	67	8	0.1641E-02	0.1842E-02	0.1441E-02	0.1668E-02	0.1879E-02	0.1456E-02
28.5 - 29.5	61	8	0.1494E-02	0.1686E-02	0.1303E-02	0.1537E-02	0.1737E-02	0.1336E-02
29.5 - 30.5	55	7	0.1347E-02	0.1529E-02	0.1166E-02	0.1417E-02	0.1609E-02	0.1229E-02
30.5 - 31.5	50	7	0.1225E-02	0.1398E-02	0.1052E-02	0.1309E-02	0.1492E-02	0.1132E-02
31.5 - 32.5	45	7	0.1102E-02	0.1267E-02	0.9381E-03	0.1211E-02	0.1386E-02	0.1044E-02
32.5 - 33.5	46	7	0.1127E-02	0.1293E-02	0.9608E-03	0.1122E-02	0.1289E-02	0.9648E-03
33.5 - 34.5	46	7	0.1127E-02	0.1293E-02	0.9608E-03	0.1040E-02	0.1200E-02	0.8927E-03
34.5 - 35.5	52	7	0.1274E-02	0.1451E-02	0.1097E-02	0.9660E-03	0.1119E-02	0.8270E-03
35.5 - 36.5	42	6	0.1029E-02	0.1188E-02	0.8702E-03	0.8978E-03	0.1044E-02	0.7671E-03
36.5 - 37.5	36	6	0.8820E-03	0.1029E-02	0.7350E-03	0.8350E-03	0.9745E-03	0.7120E-03
37.5 - 38.5	51	7	0.1249E-02	0.1424E-02	0.1075E-02	0.7766E-03	0.9098E-03	0.6610E-03
38.5 - 39.5	29	5	0.7105E-03	0.8424E-03	0.5786E-03	0.7229E-03	0.8502E-03	0.6141E-03
39.5 - 40.5	24	5	0.5880E-03	0.7080E-03	0.4680E-03	0.6734E-03	0.7950E-03	0.5711E-03
40.5 - 41.5	26	5	0.6370E-03	0.7619E-03	0.5121E-03	0.6277E-03	0.7439E-03	0.5315E-03
41.5 - 42.5	30	5	0.7350E-03	0.8692E-03	0.6008E-03	0.5855E-03	0.6967E-03	0.4951E-03
42.5 - 43.5	22	5	0.5390E-03	0.6539E-03	0.4241E-03	0.5466E-03	0.6528E-03	0.4616E-03
43.5 - 44.5	17	4	0.4165E-03	0.5175E-03	0.3155E-03	0.5106E-03	0.6121E-03	0.4306E-03
44.5 - 45.5	22	5	0.5390E-03	0.6539E-03	0.4241E-03	0.4773E-03	0.5743E-03	0.4020E-03
45.5 - 46.5	15	4	0.3675E-03	0.4624E-03	0.2726E-03	0.4464E-03	0.5392E-03	0.3756E-03
46.5 - 47.5	20	4	0.4900E-03	0.5996E-03	0.3804E-03	0.4178E-03	0.5065E-03	0.3512E-03
47.5 - 48.5	16	4	0.3920E-03	0.4900E-03	0.2940E-03	0.3912E-03	0.4761E-03	0.3286E-03
48.5 - 49.5	13	4	0.3185E-03	0.4068E-03	0.2302E-03	0.3666E-03	0.4478E-03	0.3076E-03
49.5 - 50.5	12	3	0.2940E-03	0.3789E-03	0.2091E-03	0.3437E-03	0.4213E-03	0.2882E-03
50.5 - 51.5	16	4	0.3920E-03	0.4900E-03	0.2940E-03	0.3224E-03	0.3967E-03	0.2701E-03
51.5 - 52.5	15	4	0.3675E-03	0.4624E-03	0.2726E-03	0.3025E-03	0.3737E-03	0.2534E-03
52.5 - 53.5	10	3	0.2450E-03	0.3225E-03	0.1675E-03	0.2841E-03	0.3521E-03	0.2376E-03
53.5 - 54.5	11	3	0.2695E-03	0.3508E-03	0.1882E-03	0.2669E-03	0.3320E-03	0.2233E-03
54.5 - 55.5	7	3	0.1715E-03	0.2363E-03	0.1067E-03	0.2508E-03	0.3132E-03	0.2098E-03
55.5 - 56.5	11	3	0.2695E-03	0.3508E-03	0.1882E-03	0.2359E-03	0.2956E-03	0.1972E-03
56.5 - 57.5	9	3	0.2205E-03	0.2940E-03	0.1470E-03	0.2219E-03	0.2791E-03	0.1855E-03
57.5 - 58.5	4	2	0.9800E-04	0.1470E-03	0.4900E-04	0.2089E-03	0.2636E-03	0.1746E-03
58.5 - 59.5	6	2	0.1470E-03	0.2070E-03	0.8699E-04	0.1967E-03	0.2491E-03	0.1644E-03
59.5 - 60.5	7	3	0.1715E-03	0.2363E-03	0.1067E-03	0.1853E-03	0.2355E-03	0.1548E-03
60.5 - 61.5	3	2	0.7350E-04	0.1159E-03	0.3106E-04	0.1746E-03	0.2228E-03	0.1459E-03
61.5 - 62.5	5	2	0.1225E-03	0.1773E-03	0.6772E-04	0.1646E-03	0.2108E-03	0.1376E-03
62.5 - 63.5	4	2	0.9800E-04	0.1470E-03	0.4900E-04	0.1553E-03	0.1995E-03	0.1298E-03
63.5 - 64.5	5	2	0.1225E-03	0.1773E-03	0.6772E-04	0.1465E-03	0.1889E-03	0.1225E-03
64.5 - 65.5	3	2	0.7350E-04	0.1159E-03	0.3106E-04	0.1383E-03	0.1790E-03	0.1156E-03
65.5 - 66.5	4	2	0.9800E-04	0.1470E-03	0.4900E-04	0.1306E-03	0.1696E-03	0.1092E-03
66.5 - 67.5	5	2	0.1225E-03	0.1773E-03	0.6772E-04	0.1234E-03	0.1607E-03	0.1032E-03
67.5 - 68.5	2	1	0.4900E-04	0.8365E-04	0.2450E-04	0.1166E-03	0.1524E-03	0.9757E-04
68.5 - 69.5	3	2	0.7350E-04	0.1159E-03	0.3106E-04	0.1102E-03	0.1446E-03	0.9227E-04
69.5 - 70.5	4	2	0.9800E-04	0.1470E-03	0.4900E-04	0.1042E-03	0.1372E-03	0.8729E-04
70.5 - 71.5						0.9860E-04	0.1302E-03	0.8261E-04
71.5 - 72.5	4	2	0.9800E-04	0.1470E-03	0.4900E-04	0.9330E-04	0.1237E-03	0.7822E-04
72.5 - 73.5	3	2	0.7350E-04	0.1159E-03	0.3106E-04	0.8832E-04	0.1174E-03	0.7408E-04
73.5 - 74.5	2	1	0.4900E-04	0.8365E-04	0.2450E-04	0.8363E-04	0.1116E-03	0.7019E-04
74.5 - 75.5	2	1	0.4900E-04	0.8365E-04	0.2450E-04	0.7921E-04	0.1061E-03	0.6652E-04
75.5 - 76.5	2	1	0.4900E-04	0.8365E-04	0.2450E-04	0.7505E-04	0.1008E-03	0.6307E-04
76.5 - 77.5	3	2	0.7350E-04	0.1159E-03	0.3106E-04	0.7113E-04	0.9587E-04	0.5982E-04
77.5 - 78.5						0.6743E-04	0.9120E-04	0.5675E-04
78.5 - 79.5	2	1	0.4900E-04	0.8365E-04	0.2450E-04	0.6395E-04	0.8677E-04	0.5386E-04
79.5 - 80.5	2	1	0.4900E-04	0.8365E-04	0.2450E-04	0.6066E-04	0.8259E-04	0.5113E-04
80.5 - 81.5	2	1	0.4900E-04	0.8365E-04	0.2450E-04	0.5756E-04	0.7862E-04	0.4856E-04
81.5 - 82.5	2	1	0.4900E-04	0.8365E-04	0.2450E-04	0.5463E-04	0.7487E-04	0.4613E-04

THE PRODUCTION RATE FROM THE AVERAGE ENRGY BETWEEN 1.5 MEV TO 82.5 MEV IS 0.2979E+00 PARICLES/PI UPPER LIMIT 0.3011E+00 LOWER LIMIT 0.2948E+00.  
 1.5 MEV AND 82.5 MEV IS 10.5 MEV, UPPER LIMIT 10.0 MEV, LOWER LIMIT 11.1 MEV.

Helium-3 Target O.1 mm Mylar

ENERGY(MEV)	EVENTS	ERROR	MEASURED PRODUCTION RATES	CORRECTED (UNFOLDED) PRODUCTION RATES
			VALUE UPPER LIMIT LOWER LIMIT	VALUE UPPER LIMIT LOWER LIMIT
6.5 - 7.5	73	9	0.1788E-02 0.1998E-02 0.1579E-02	0.0 0.0 0.0
7.5 - 8.5	122	11	0.2939E-02 0.3260E-02 0.2718E-02	0.1671E-02 0.1691E-02 0.1476E-02
8.5 - 9.5	77	9	0.1886E-02 0.2101E-02 0.1672E-02	0.3802E-02 0.3802E-02 0.2945E-02
9.5 - 10.5	93	10	0.2278E-02 0.2515E-02 0.2042E-02	0.3370E-02 0.3765E-02 0.3047E-02
10.5 - 11.5	61	8	0.1494E-02 0.1686E-02 0.1303E-02	0.3061E-02 0.3354E-02 0.2766E-02
11.5 - 12.5	73	9	0.1788E-02 0.1998E-02 0.1579E-02	0.2690E-02 0.2934E-02 0.2422E-02
12.5 - 13.5	75	9	0.1837E-02 0.2050E-02 0.1625E-02	0.2347E-02 0.2568E-02 0.2100E-02
13.5 - 14.5	79	9	0.1935E-02 0.2153E-02 0.1718E-02	0.2048E-02 0.2255E-02 0.1819E-02
14.5 - 15.5	46	7	0.1127E-02 0.1293E-02 0.9608E-03	0.1789E-02 0.1987E-02 0.1577E-02
15.5 - 16.5	43	7	0.1053E-02 0.1214E-02 0.8928E-03	0.1567E-02 0.1756E-02 0.1368E-02
16.5 - 17.5	26	5	0.6370E-03 0.7619E-03 0.5121E-03	0.1375E-02 0.1556E-02 0.1190E-02
17.5 - 18.5	32	6	0.7840E-03 0.9226E-03 0.6454E-03	0.1210E-02 0.1381E-02 0.1036E-02
18.5 - 19.5	38	6	0.9310E-03 0.1082E-02 0.7800E-03	0.1065E-02 0.1229E-02 0.9038E-03
19.5 - 20.5	38	6	0.9310E-03 0.1082E-02 0.7800E-03	0.9400E-03 0.1095E-02 0.7892E-03
20.5 - 21.5	34	6	0.8330E-03 0.9759E-03 0.6901E-03	0.8308E-03 0.9768E-03 0.6902E-03
21.5 - 22.5	26	5	0.6370E-03 0.7619E-03 0.5121E-03	0.7349E-03 0.8724E-03 0.6404E-03
22.5 - 23.5	24	5	0.5880E-03 0.7080E-03 0.4680E-03	0.6507E-03 0.7798E-03 0.5289E-03
23.5 - 24.5	22	5	0.5390E-03 0.6539E-03 0.4241E-03	0.5764E-03 0.6974E-03 0.4632E-03
24.5 - 25.5	17	4	0.4165E-03 0.5175E-03 0.3155E-03	0.5108E-03 0.6240E-03 0.4058E-03
25.5 - 26.5	12	3	0.2940E-03 0.3789E-03 0.2091E-03	0.4529E-03 0.5586E-03 0.3556E-03
26.5 - 27.5	14	4	0.3430E-03 0.4347E-03 0.2513E-03	0.4017E-03 0.5001E-03 0.3116E-03
27.5 - 28.5	14	4	0.3430E-03 0.4347E-03 0.2513E-03	0.3563E-03 0.4479E-03 0.2731E-03
28.5 - 29.5	11	3	0.2695E-03 0.3508E-03 0.1882E-03	0.3162E-03 0.4012E-03 0.2393E-03
29.5 - 30.5	10	3	0.2450E-03 0.3225E-03 0.1675E-03	0.2805E-03 0.3594E-03 0.2096E-03
30.5 - 31.5	9	3	0.2205E-03 0.2940E-03 0.1470E-03	0.2489E-03 0.3220E-03 0.1836E-03
31.5 - 32.5	7	3	0.1715E-03 0.2363E-03 0.1067E-03	0.2207E-03 0.2883E-03 0.1607E-03
32.5 - 33.5	3	2	0.7350E-04 0.1159E-03 0.3106E-04	0.1959E-03 0.2584E-03 0.1407E-03
33.5 - 34.5	6	2	0.1470E-03 0.2070E-03 0.8699E-04	0.1736E-03 0.2311E-03 0.1230E-03
34.5 - 35.5	6	2	0.1470E-03 0.2070E-03 0.8699E-04	0.1541E-03 0.2071E-03 0.1076E-03
35.5 - 36.5	4	2	0.9800E-04 0.1470E-03 0.4900E-04	0.1363E-03 0.1851E-03 0.9385E-04
36.5 - 37.5	3	2	0.7350E-04 0.1159E-03 0.3106E-04	0.1209E-03 0.1658E-03 0.8207E-04
37.5 - 38.5	3	2	0.7350E-04 0.1159E-03 0.3106E-04	0.1067E-03 0.1479E-03 0.7132E-04
38.5 - 39.5	4	2	0.9800E-04 0.1470E-03 0.4900E-04	0.9457E-04 0.1324E-03 0.6223E-04
39.5 - 40.5	2	1	0.4900E-04 0.8365E-04 0.2450E-04	0.8316E-04 0.1177E-03 0.5380E-04
40.5 - 41.5	2	1	0.4900E-04 0.8365E-04 0.2450E-04	0.7361E-04 0.1053E-03 0.4684E-04
41.5 - 42.5	2	1	0.4900E-04 0.8365E-04 0.2450E-04	0.6431E-04 0.9312E-04 0.4013E-04
42.5 - 43.5	2	1	0.4900E-04 0.8365E-04 0.2450E-04	0.5655E-04 0.8334E-04 0.3492E-04
43.5 - 44.5	4	2	0.9800E-04 0.1470E-03 0.4900E-04	0.4913E-04 0.7298E-04 0.2940E-04
44.5 - 45.5	2	1	0.2450E-04 0.4900E-04 0.2450E-04	0.4346E-04 0.6528E-04 0.2551E-04

THE UNFOLDED SPECTRUM CROSSES ZERO AT 7.480 MEV, LOWER LIMIT 7.640 MEV, UPPER LIMIT 7.500 MEV.  
 THE PRODUCTION RATE FROM 7.5 MEV TO 45.5 MEV IS 0.3320E-01 PARICLES/PI UPPER LIMIT 0.3421E-01 LOWER LIMIT 0.3228E-01.  
 THE AVERAGE ENERGY BETWEEN 7.5 MEV AND 45.5 MEV IS 15.9 MEV, UPPER LIMIT 13.9 MEV, LOWER LIMIT 18.4 MEV.

Helium-4 Target: O.1 mm Mylar

ENERGY(MEV)	EVENTS	ERROR	MEASURED PRODUCTION RATES	CORRECTED (UNFOLDED) PRODUCTION RATES
			VALUE UPPER LIMIT LOWER LIMIT	VALUE UPPER LIMIT LOWER LIMIT
1.5 - 2.5	1136	34	0.2783E-01 0.2866E-01 0.2701E-01	0.9426E-01 0.1374E+00 0.9697E-01
2.5 - 3.5	1115	33	0.2732E-01 0.2814E-01 0.2650E-01	0.1022E+00 0.1044E+00 0.9830E-01
3.5 - 4.5	1160	34	0.2842E-01 0.2925E-01 0.2759E-01	0.8930E-01 0.8422E-01 0.8558E-01
4.5 - 5.5	965	31	0.2364E-01 0.2440E-01 0.2288E-01	0.6920E-01 0.6991E-01 0.6767E-01
5.5 - 6.5	913	30	0.2237E-01 0.2311E-01 0.2163E-01	0.5552E-01 0.5807E-01 0.5452E-01
6.5 - 7.5	806	28	0.1975E-01 0.2044E-01 0.1905E-01	0.4574E-01 0.4832E-01 0.4474E-01
7.5 - 8.5	756	27	0.1852E-01 0.1920E-01 0.1785E-01	0.3818E-01 0.4028E-01 0.3711E-01
8.5 - 9.5	680	26	0.1666E-01 0.1730E-01 0.1602E-01	0.3213E-01 0.3371E-01 0.3104E-01
9.5 - 10.5	605	25	0.1482E-01 0.1543E-01 0.1422E-01	0.2716E-01 0.2832E-01 0.2611E-01
10.5 - 11.5	506	22	0.1240E-01 0.1295E-01 0.1185E-01	0.2301E-01 0.2388E-01 0.2204E-01
11.5 - 12.5	481	22	0.1178E-01 0.1232E-01 0.1125E-01	0.1953E-01 0.2020E-01 0.1866E-01
12.5 - 13.5	447	21	0.1095E-01 0.1147E-01 0.1043E-01	0.1663E-01 0.1718E-01 0.1586E-01
13.5 - 14.5	371	19	0.9089E-02 0.9561E-02 0.8618E-02	0.1418E-01 0.1465E-01 0.1351E-01
14.5 - 15.5	322	18	0.7889E-02 0.8329E-02 0.7449E-02	0.1211E-01 0.1253E-01 0.1151E-01
15.5 - 16.5	283	17	0.6933E-02 0.7346E-02 0.6521E-02	0.1035E-01 0.1074E-01 0.9924E-02
16.5 - 17.5	255	16	0.6247E-02 0.6639E-02 0.5856E-02	0.8853E-02 0.9228E-02 0.8389E-02
17.5 - 18.5	225	15	0.5512E-02 0.5880E-02 0.5145E-02	0.7591E-02 0.7953E-02 0.7175E-02
18.5 - 19.5	224	15	0.5488E-02 0.5855E-02 0.5121E-02	0.6518E-02 0.6869E-02 0.6143E-02
19.5 - 20.5	187	14	0.4581E-02 0.4917E-02 0.4246E-02	0.5602E-02 0.5943E-02 0.5260E-02
20.5 - 21.5	115	11	0.2817E-02 0.3083E-02 0.2555E-02	0.4820E-02 0.5151E-02 0.4506E-02
21.5 - 22.5	121	11	0.2964E-02 0.3234E-02 0.2695E-02	0.4152E-02 0.4471E-02 0.3861E-02
22.5 - 23.5	96	10	0.2352E-02 0.2592E-02 0.2112E-02	0.3580E-02 0.3886E-02 0.3309E-02
23.5 - 24.5	91	10	0.2229E-02 0.2463E-02 0.1996E-02	0.3091E-02 0.3383E-02 0.2836E-02
24.5 - 25.5	36	9	0.2107E-02 0.2334E-02 0.1880E-02	0.2672E-02 0.2949E-02 0.2432E-02
25.5 - 26.5	70	8	0.1715E-02 0.1920E-02 0.1510E-02	0.2311E-02 0.2575E-02 0.2086E-02
26.5 - 27.5	57	8	0.1396E-02 0.1581E-02 0.1212E-02	0.2002E-02 0.2250E-02 0.1789E-02
27.5 - 28.5	37	6	0.9065E-03 0.1056E-02 0.7575E-03	0.1737E-02 0.1970E-02 0.1536E-02
28.5 - 29.5	36	6	0.8820E-03 0.1029E-02 0.7350E-03	0.1508E-02 0.1727E-02 0.1318E-02
29.5 - 30.5	50	7	0.1225E-02 0.1398E-02 0.1052E-02	0.1311E-02 0.1515E-02 0.1132E-02
30.5 - 31.5	27	5	0.6615E-03 0.7888E-03 0.5342E-03	0.1140E-02 0.1330E-02 0.9712E-03
31.5 - 32.5	25	5	0.6125E-03 0.7350E-03 0.4900E-03	0.9926E-03 0.1169E-02 0.8335E-03
32.5 - 33.5	20	4	0.4900E-03 0.5996E-03 0.3804E-03	0.8648E-03 0.1028E-02 0.7152E-03
33.5 - 34.5	39	6	0.9555E-03 0.1109E-02 0.8025E-03	0.7539E-03 0.9046E-03 0.6137E-03
34.5 - 35.5	26	5	0.6370E-03 0.7619E-03 0.5121E-03	0.6578E-03 0.7968E-03 0.5265E-03
35.5 - 36.5	19	4	0.4655E-03 0.5723E-03 0.3587E-03	0.5743E-03 0.7024E-03 0.4516E-03
36.5 - 37.5	18	4	0.4410E-03 0.5449E-03 0.3371E-03	0.5018E-03 0.6195E-03 0.3873E-03
37.5 - 38.5	9	3	0.2205E-03 0.2940E-03 0.1470E-03	0.4387E-03 0.5468E-03 0.3321E-03
38.5 - 39.5	19	4	0.4655E-03 0.5723E-03 0.3587E-03	0.3883E-03 0.4829E-03 0.2847E-03
39.5 - 40.5	9	3	0.2205E-03 0.2940E-03 0.1470E-03	0.3360E-03 0.4267E-03 0.2440E-03
40.5 - 41.5	10	3	0.2450E-03 0.3225E-03 0.1675E-03	0.2943E-03 0.3773E-03 0.2091E-03
41.5 - 42.5	8	3	0.1960E-03 0.2653E-03 0.1267E-03	0.2578E-03 0.3337E-03 0.1791E-03
42.5 - 43.5	6	2	0.1470E-03 0.2070E-03 0.8699E-04	0.2261E-03 0.2953E-03 0.1533E-03
43.5 - 44.5	12	3	0.2940E-03 0.3789E-03 0.2091E-03	0.1982E-03 0.2613E-03 0.1312E-03
44.5 - 45.5	9	3	0.2205E-03 0.2940E-03 0.1470E-03	0.1740E-03 0.2316E-03 0.1123E-03
45.5 - 46.5	3	2	0.7350E-04 0.1159E-03 0.3106E-04	0.1526E-03 0.2050E-03 0.9592E-04
46.5 - 47.5	2	1	0.4900E-04 0.8365E-04 0.2450E-04	0.1341E-03 0.1818E-03 0.8201E-04
47.5 - 48.5	6	2	0.1470E-03 0.2070E-03 0.8699E-04	0.1176E-03 0.1609E-03 0.6992E-04
48.5 - 49.5	3	2	0.7350E-04 0.1159E-03 0.3106E-04	0.1033E-03 0.1427E-03 0.5970E-04
49.5 - 50.5	5	2	0.1225E-02 0.1773E-03 0.6772E-04	0.9056E-04 0.1263E-03 0.5075E-04
50.5 - 51.5	2	1	0.2450E-04 0.4900E-04 0.2450E-04	0.7959E-04 0.1120E-03 0.4321E-04
51.5 - 52.5	3	2	0.7350E-04 0.1159E-03 0.3106E-04	0.6962E-04 0.9896E-04 0.3655E-04
52.5 - 53.5	2	1	0.2450E-04 0.4900E-04 0.2450E-04	0.6117E-04 0.8779E-04 0.3101E-04
53.5 - 54.5	2	1	0.2450E-04 0.4900E-04 0.2450E-04	0.5331E-04 0.7731E-04 0.2601E-04
54.5 - 55.5	2	1	0.4900E-04 0.8365E-04 0.2450E-04	0.4684E-04 0.6860E-04 0.2199E-04
55.5 - 56.5	2	1	0.4900E-04 0.8365E-04 0.2450E-04	0.4055E-04 0.6070E-04 0.1819E-04
56.5 - 57.5	2	1	0.4900E-04 0.8365E-04 0.2450E-04	0.3570E-04 0.5342E-04 0.1534E-04
57.5 - 58.5	2	1	0.4900E-04 0.8365E-04 0.2450E-04	0.3047E-04 0.4623E-04 0.1233E-04
58.5 - 59.5	2	1	0.2450E-04 0.4900E-04 0.2450E-04	0.2684E-04 0.4115E-04 0.1033E-04

THE PRODUCTION RATE FROM 1.5 MEV TO 59.5 MEV IS 0.7129E+00 PARICLES/PI UPPER LIMIT 0.7567E+00 LOWER LIMIT 0.7059E+00.  
 THE AVERAGE ENERGY BETWEEN 1.5 MEV AND 59.5 MEV IS 7.7 MEV, UPPER LIMIT 7.1 MEV, LOWER LIMIT 7.9 MEV.

Lithium-6 Target: 0.1 mm Mylar

ENERGY(MEV)	EVENTS	ERROR	MEASURED PRODUCTION RATES			CORRECTED (UNFOLDED) PRODUCTION RATES		
			VALUE	UPPER LIMIT	LOWER LIMIT	VALUE	UPPER LIMIT	LOWER LIMIT
5.5 - 6.5	45	7	0.1102E-02	0.1267E-02	0.9381E-03	0.5829E-02	0.6370E-02	0.5344E-02
6.5 - 7.5	32	6	0.7840E-03	0.9226E-03	0.6454E-03	0.5190E-02	0.5806E-02	0.4566E-02
7.5 - 8.5	39	6	0.9555E-03	0.1109E-02	0.8025E-03	0.4435E-02	0.5028E-02	0.3813E-02
8.5 - 9.5	22	5	0.5390E-03	0.6539E-03	0.4241E-03	0.3554E-02	0.4044E-02	0.3049E-02
9.5 - 10.5	29	5	0.7105E-03	0.8424E-03	0.5786E-03	0.2781E-02	0.3174E-02	0.2385E-02
10.5 - 11.5	21	5	0.5145E-03	0.6268E-03	0.4022E-03	0.2159E-02	0.2476E-02	0.1843E-02
11.5 - 12.5	15	4	0.3675E-03	0.4624E-03	0.2726E-03	0.1673E-02	0.1935E-02	0.1414E-02
12.5 - 13.5	13	4	0.3185E-03	0.4068E-03	0.2302E-03	0.1298E-02	0.1519E-02	0.1088E-02
13.5 - 14.5	6	2	0.1470E-03	0.2070E-03	0.8699E-04	0.1006E-02	0.1196E-02	0.8405E-03
14.5 - 15.5	13	4	0.3185E-03	0.4068E-03	0.2302E-03	0.7868E-03	0.9444E-03	0.6502E-03
15.5 - 16.5	8	3	0.1960E-03	0.2653E-03	0.1267E-03	0.6239E-03	0.7446E-03	0.5044E-03
16.5 - 17.5	8	3	0.1960E-03	0.2653E-03	0.1267E-03	0.4977E-03	0.5992E-03	0.3923E-03
17.5 - 18.5	8	3	0.1960E-03	0.2653E-03	0.1267E-03	0.3993E-03	0.4882E-03	0.3061E-03
18.5 - 19.5	5	2	0.1225E-03	0.1773E-03	0.6772E-04	0.3222E-03	0.4005E-03	0.2395E-03
19.5 - 20.5	5	2	0.1225E-03	0.1773E-03	0.6772E-04	0.2612E-03	0.3305E-03	0.1879E-03
20.5 - 21.5	4	2	0.9800E-04	0.1470E-03	0.4900E-04	0.2128E-03	0.2743E-03	0.1479E-03
21.5 - 22.5	3	2	0.7350E-04	0.1159E-03	0.3106E-04	0.1720E-03	0.2267E-03	0.1146E-03

THE PRODUCTION RATE FROM THE AVERAGE ENERGY BETWEEN 5.5 MEV TO 22.5 MEV IS 0.3122E-01 PARICLES/PI UPPER LIMIT 0.3254E-01 LOWER LIMIT 0.2990E-01.  
 5.5 MEV AND 22.5 MEV IS 9.6 MEV, UPPER LIMIT 8.4 MEV, LOWER LIMIT 11.1 MEV.

Lithium-7 Target: 0.1 mm Mylar

ENERGY(MEV)	EVENTS	ERROR	MEASURED PRODUCTION RATES			CORRECTED (UNFOLDED) PRODUCTION RATES		
			VALUE	UPPER LIMIT	LOWER LIMIT	VALUE	UPPER LIMIT	LOWER LIMIT
5.5 - 6.5	66	8	0.1617E-02	0.1816E-02	0.1418E-02	0.9115E-02	0.1881E-01	0.9652E-02
6.5 - 7.5	60	8	0.1470E-02	0.1660E-02	0.1280E-02	0.9892E-02	0.1262E-01	0.9091E-02
7.5 - 8.5	43	7	0.1053E-02	0.1214E-02	0.8928E-03	0.8352E-02	0.8369E-02	0.7386E-02
8.5 - 9.5	35	6	0.8575E-03	0.1002E-02	0.7126E-03	0.5589E-02	0.5818E-02	0.5088E-02
9.5 - 10.5	38	6	0.9310E-03	0.1082E-02	0.7800E-03	0.3869E-02	0.4185E-02	0.3538E-02
10.5 - 11.5	26	5	0.6370E-03	0.7619E-03	0.5121E-03	0.2819E-02	0.3102E-02	0.2550E-02
11.5 - 12.5	23	5	0.5635E-03	0.6810E-03	0.4460E-03	0.2152E-02	0.2400E-02	0.1902E-02
12.5 - 13.5	25	5	0.6125E-03	0.7350E-03	0.4900E-03	0.1725E-02	0.1912E-02	0.1466E-02
13.5 - 14.5	15	4	0.3675E-03	0.4624E-03	0.2726E-03	0.1424E-02	0.1567E-02	0.1172E-02
14.5 - 15.5	14	4	0.3430E-03	0.4347E-03	0.2513E-03	0.1202E-02	0.1322E-02	0.9576E-03
15.5 - 16.5	17	4	0.4165E-03	0.5175E-03	0.3155E-03	0.1029E-02	0.1148E-02	0.7952E-03
16.5 - 17.5	11	3	0.2695E-03	0.3508E-03	0.1882E-03	0.8877E-03	0.1024E-02	0.6679E-03
17.5 - 18.5	13	4	0.3185E-03	0.4068E-03	0.2302E-03	0.7675E-03	0.9342E-03	0.5647E-03
18.5 - 19.5	4	2	0.9800E-04	0.1470E-03	0.4900E-04	0.6617E-03	0.8645E-03	0.4788E-03
19.5 - 20.5	8	3	0.1960E-03	0.2653E-03	0.1267E-03	0.5664E-03	0.8013E-03	0.4057E-03
20.5 - 21.5	9	3	0.2205E-03	0.2940E-03	0.1470E-03	0.4796E-03	0.7322E-03	0.3425E-03
21.5 - 22.5	4	2	0.9800E-04	0.1470E-03	0.4900E-04	0.4003E-03	0.6477E-03	0.2873E-03
22.5 - 23.5	2	1	0.4900E-04	0.8365E-04	0.2450E-04	0.3285E-03	0.5586E-03	0.2383E-03

THE PRODUCTION RATE FROM THE AVERAGE ENERGY BETWEEN 5.5 MEV TO 23.5 MEV IS 0.5113E-01 PARICLES/PI UPPER LIMIT 0.6123E-01 LOWER LIMIT 0.4946E-01.  
 5.5 MEV AND 23.5 MEV IS 9.6 MEV, UPPER LIMIT 7.3 MEV, LOWER LIMIT 10.6 MEV.

Anhang C

1) Liste der relativen Dicktargetausbeuten für Zellulose-azetat.

ENERGY (MeV)	PROTONS	DEUTERONS	TRITONS	HELIUM-3	HELIUM-4	LITHIUM-6	LITHIUM-7
2.	0.636E-02	0.254E-02	0.146E-02		0.521E-03		
3.	0.780E-02	0.296E-02	0.150E-02		0.913E-03		
4.	0.895E-02	0.338E-02	0.162E-02		0.917E-03		
5.	0.983E-02	0.373E-02	0.174E-02		0.890E-03		
6.	0.105E-01	0.398E-02	0.179E-02		0.834E-03	0.156E-04	0.342E-04
7.	0.112E-01	0.416E-02	0.181E-02	0.107E-03	0.780E-03	0.199E-04	0.313E-04
8.	0.117E-01	0.429E-02	0.180E-02	0.117E-03	0.730E-03	0.150E-04	0.274E-04
9.	0.123E-01	0.440E-02	0.179E-02	0.121E-03	0.681E-03	0.173E-04	0.232E-04
10.	0.127E-01	0.449E-02	0.177E-02	0.119E-03	0.635E-03	0.152E-04	0.197E-04
11.	0.132E-01	0.456E-02	0.175E-02	0.115E-03	0.591E-03	0.132E-04	0.169E-04
12.	0.135E-01	0.462E-02	0.172E-02	0.110E-03	0.548E-03	0.112E-04	0.146E-04
13.	0.139E-01	0.467E-02	0.169E-02	0.105E-03	0.507E-03	0.941E-05	0.126E-04
14.	0.141E-01	0.471E-02	0.166E-02	0.988E-04	0.468E-03	0.782E-05	0.110E-04
15.	0.144E-01	0.473E-02	0.163E-02	0.931E-04	0.431E-03	0.643E-05	0.953E-05
16.	0.146E-01	0.475E-02	0.159E-02	0.874E-04	0.396E-03	0.522E-05	0.828E-05
17.	0.147E-01	0.476E-02	0.156E-02	0.818E-04	0.363E-03	0.418E-05	0.718E-05
18.	0.149E-01	0.475E-02	0.152E-02	0.764E-04	0.332E-03	0.328E-05	0.621E-05
19.	0.149E-01	0.474E-02	0.148E-02	0.712E-04	0.303E-03	0.253E-05	0.534E-05
20.	0.150E-01	0.471E-02	0.144E-02	0.661E-04	0.276E-03	0.189E-05	0.457E-05
21.	0.150E-01	0.469E-02	0.139E-02	0.612E-04	0.250E-03	0.132E-05	0.388E-05
22.	0.150E-01	0.464E-02	0.135E-02	0.567E-04	0.227E-03	0.824E-06	0.327E-05
23.	0.150E-01	0.458E-02	0.131E-02	0.524E-04	0.206E-03	0.385E-06	0.272E-05
24.	0.149E-01	0.452E-02	0.127E-02	0.482E-04	0.186E-03		0.223E-05
25.	0.148E-01	0.445E-02	0.122E-02	0.443E-04	0.168E-03		0.180E-05
26.	0.147E-01	0.437E-02	0.118E-02	0.406E-04	0.151E-03		0.142E-05
27.	0.146E-01	0.429E-02	0.114E-02	0.371E-04	0.136E-03		0.110E-05
28.	0.144E-01	0.419E-02	0.109E-02	0.338E-04	0.122E-03		0.820E-06
29.	0.142E-01	0.409E-02	0.105E-02	0.307E-04	0.105E-03		0.579E-06
30.	0.140E-01	0.399E-02	0.101E-02	0.278E-04	0.972E-04		0.364E-06
31.	0.138E-01	0.388E-02	0.965E-03	0.251E-04	0.866E-04		0.172E-06
32.	0.136E-01	0.376E-02	0.923E-03	0.226E-04	0.771E-04		
33.	0.134E-01	0.364E-02	0.882E-03	0.202E-04	0.684E-04		
34.	0.131E-01	0.352E-02	0.842E-03	0.180E-04	0.605E-04		
35.	0.128E-01	0.339E-02	0.802E-03	0.159E-04	0.534E-04		
36.	0.126E-01	0.326E-02	0.764E-03	0.140E-04	0.470E-04		
37.	0.123E-01	0.313E-02	0.726E-03	0.122E-04	0.413E-04		
38.	0.120E-01	0.300E-02	0.690E-03	0.105E-04	0.361E-04		
39.	0.117E-01	0.287E-02	0.654E-03	0.898E-05	0.315E-04		
40.	0.114E-01	0.274E-02	0.620E-03	0.753E-05	0.273E-04		
41.	0.110E-01	0.261E-02	0.581E-03	0.619E-05	0.235E-04		
42.	0.107E-01	0.248E-02	0.545E-03	0.495E-05	0.202E-04		
43.	0.104E-01	0.236E-02	0.510E-03	0.379E-05	0.172E-04		
44.	0.101E-01	0.223E-02	0.477E-03	0.273E-05	0.145E-04		
45.	0.973E-02	0.211E-02	0.445E-03	0.174E-05	0.122E-04		
46.	0.940E-02	0.199E-02	0.416E-03	0.840E-06	0.100E-04		
47.	0.907E-02	0.188E-02	0.388E-03		0.816E-05		
48.	0.874E-02	0.177E-02	0.361E-03		0.650E-05		
49.	0.841E-02	0.166E-02	0.336E-03		0.504E-05		
50.	0.806E-02	0.156E-02	0.312E-03		0.374E-05		
51.	0.774E-02	0.147E-02	0.290E-03		0.261E-05		
52.	0.742E-02	0.137E-02	0.269E-03		0.161E-05		
53.	0.710E-02	0.129E-02	0.249E-03		0.754E-06		
54.	0.679E-02	0.120E-02	0.230E-03				
55.	0.648E-02	0.112E-02	0.213E-03				
56.	0.617E-02	0.105E-02	0.197E-03				
57.	0.587E-02	0.973E-03	0.182E-03				
58.	0.558E-02	0.904E-03	0.167E-03				
59.	0.529E-02	0.839E-03	0.154E-03				
60.	0.501E-02	0.778E-03	0.141E-03				
61.	0.474E-02	0.720E-03	0.130E-03				
62.	0.447E-02	0.666E-03	0.119E-03				
63.	0.421E-02	0.614E-03	0.109E-03				
64.	0.396E-02	0.566E-03	0.994E-04				
65.	0.372E-02	0.521E-03	0.906E-04				
66.	0.349E-02	0.479E-03	0.825E-04				
67.	0.326E-02	0.440E-03	0.749E-04				
68.	0.305E-02	0.403E-03	0.678E-04				
69.	0.284E-02	0.369E-03	0.612E-04				
70.	0.264E-02	0.337E-03	0.551E-04				
71.	0.245E-02	0.308E-03	0.495E-04				
72.	0.227E-02	0.280E-03	0.442E-04				
73.	0.210E-02	0.254E-03	0.393E-04				
74.	0.193E-02	0.231E-03	0.348E-04				
75.	0.178E-02	0.209E-03	0.307E-04				
76.	0.163E-02	0.188E-03	0.268E-04				
77.	0.149E-02	0.170E-03	0.232E-04				
78.	0.136E-02	0.152E-03	0.199E-04				
79.	0.124E-02	0.136E-03	0.165E-04				
80.	0.112E-02	0.121E-03	0.141E-04				
81.	0.101E-02	0.108E-03	0.115E-04				
82.	0.908E-03	0.951E-04	0.917E-05				
83.	0.812E-03	0.835E-04	0.700E-05				
84.	0.723E-03	0.729E-04	0.500E-05				
85.	0.640E-03	0.631E-04	0.318E-05				
86.	0.563E-03	0.540E-04	0.153E-05				
87.	0.492E-03	0.457E-04					
88.	0.426E-03	0.381E-04					
89.	0.365E-03	0.312E-04					
90.	0.308E-03	0.248E-04					
91.	0.257E-03	0.189E-04					
92.	0.209E-03	0.135E-04					
93.	0.166E-03	0.860E-05					
94.	0.126E-03	0.414E-05					
95.	0.899E-04						
96.	0.570E-04						
97.	0.271E-04						

2) Liste der relativen Dicktargetausbeuten für Hostaphan.

ENERGY (MEV)	PROTONS	DEUTERONS	TRITONS	HELIUM-3	HELIUM-4	LITHIUM-6	LITHIUM-7
2.	C.656F-02	0.263E-02	0.182E-02		C.104E-02		
3.	C.779F-02	0.329E-02	C.191E-02		0.112E-02		
4.	0.876E-02	0.369E-02	0.205E-02		C.111E-02		
5.	C.945E-02	0.393E-02	0.225E-02		0.107E-02		
6.	0.100E-01	0.410E-02	0.234E-02		0.102E-02		
7.	0.106E-01	0.423E-02	0.237E-02	0.132E-03	C.970E-03	0.321E-04	0.486E-04
8.	C.111E-01	C.434E-02	0.237E-02	0.147E-03	0.912E-03	0.266E-04	0.435E-04
9.	0.116E-01	0.443E-02	0.233E-02	0.153F-03	C.851E-03	0.247E-04	0.360E-04
10.	0.121E-01	0.451E-02	0.228E-02	0.149E-03	0.788E-03	0.209E-04	0.287E-04
11.	C.125E-01	0.457E-02	0.222E-02	0.141E-03	0.726E-03	0.173E-04	0.235E-04
12.	0.128E-01	0.461E-02	0.216E-02	C.133E-03	C.666E-03	0.143E-04	0.197E-04
13.	C.132E-01	0.464E-02	0.208E-02	0.124E-03	0.608E-03	0.117E-04	0.168E-04
14.	0.134E-01	0.466E-02	0.201E-02	0.115E-03	0.554E-03	0.955E-05	0.145E-04
15.	0.136E-01	0.468E-02	0.193E-02	C.107E-03	C.502E-03	0.774E-05	0.125E-04
16.	0.138E-01	0.467E-02	0.186E-02	0.986E-04	0.455E-03	0.623E-05	0.107E-04
17.	0.139E-01	0.467E-02	0.178E-02	C.909E-04	C.411E-03	0.496E-05	C.910E-05
18.	0.141E-01	0.465E-02	0.171E-02	0.836E-04	0.370E-03	0.389E-05	J.760E-05
19.	0.141E-01	0.462E-02	0.163E-02	0.767E-04	0.333E-03	0.298E-05	0.621E-05
20.	0.142E-01	0.458E-02	0.156E-02	0.702E-04	C.300E-03	0.220E-05	0.492E-05
21.	0.142E-01	0.454E-02	0.150E-02	0.642E-04	0.269E-03	0.152E-05	0.372E-05
22.	0.142E-01	0.448E-02	0.143E-02	0.585E-04	0.242E-03	0.942E-06	0.263E-05
23.	0.141E-01	0.443E-02	0.137E-02	0.532E-04	0.217E-03	0.436E-06	J.164E-05
24.	0.141E-01	0.436E-02	0.130E-02	0.482E-04	0.194E-03		0.765E-06
25.	C.140E-01	0.429E-02	0.125E-02	0.437E-04	C.174E-03		
26.	C.139E-01	0.421E-02	0.119E-02	0.394E-04	C.155E-03		
27.	C.138E-01	0.413E-02	0.114E-02	0.355E-04	0.139E-03		
28.	0.137E-01	0.404E-02	0.108E-02	C.319E-04	C.124E-03		
29.	C.135E-01	0.394E-02	0.103E-02	0.285E-04	0.111E-03		
30.	0.134E-01	0.385E-02	0.986E-03	0.254E-04	0.991E-04		
31.	0.132E-01	0.375E-02	0.940E-03	C.226E-04	0.884E-04		
32.	0.130E-01	C.364E-02	0.896E-03	0.200E-04	0.789E-04		
33.	0.128E-01	0.354E-02	C.854E-03	C.176E-04	C.703E-04		
34.	C.126E-01	0.343E-02	0.814E-03	0.154E-04	0.626E-04		
35.	C.124E-01	0.331E-02	0.776E-03	0.133E-04	0.557E-04		
36.	0.121E-01	0.320E-02	0.739E-03	0.115E-04	0.495E-04		
37.	C.119E-01	0.309E-02	0.703E-03	0.981E-05	0.440E-04		
38.	0.116E-01	0.297E-02	0.670E-03	C.827E-05	0.390E-04		
39.	0.114E-01	C.286E-02	0.637E-03	0.686E-05	0.346E-04		
40.	0.111E-01	C.274E-02	0.606E-03	0.557E-05	0.306E-04		
41.	0.108E-01	0.262E-02	0.575E-03	C.440E-05	C.270E-04		
42.	C.105E-01	0.251E-02	0.544E-03	0.334E-05	0.238E-04		
43.	C.102E-01	C.239E-02	0.515E-03	0.238E-05	0.210E-04		
44.	0.993E-02	0.228E-02	0.487E-03	C.150E-05	C.184E-04		
45.	C.963E-02	0.217E-02	0.461E-03	0.716E-06	0.161E-04		
46.	0.933E-02	0.206E-02	0.435E-03		0.140E-04		
47.	0.902E-02	0.195E-02	0.410E-03		0.122E-04		
48.	C.872E-02	0.185E-02	0.387E-03		0.105E-04		
49.	0.841E-02	0.175E-02	0.364E-03		C.500E-05		
50.	0.810E-02	0.165E-02	0.343E-03		0.766E-05		
51.	0.781E-02	C.156E-02	0.323E-03		0.646E-05		
52.	0.752E-02	C.147E-02	0.303E-03		C.538E-05		
53.	C.723E-02	0.139E-02	C.285E-03		0.442E-05		
54.	0.694E-02	0.131E-02	0.267E-03		0.355E-05		
55.	0.666E-02	0.123E-02	0.250E-03		C.278E-05		
56.	C.637E-02	0.116E-02	0.234E-03		0.209E-05		
57.	0.610E-02	C.108E-02	0.219E-03		C.147E-05		
58.	0.582E-02	0.101E-02	0.205E-03		C.921E-06		
59.	0.555E-02	0.947E-03	0.191E-03		0.437E-06		
60.	0.528E-02	0.884E-03	0.178E-03				
61.	C.502E-02	0.823E-03	0.166E-03				
62.	0.477E-02	C.765E-03	0.155E-03				
63.	0.452E-02	0.711E-03	0.144E-03				
64.	C.427E-02	C.659E-03	0.133E-03				
65.	0.403E-02	0.610E-03	0.123E-03				
66.	0.380E-02	C.563E-03	0.114E-03				
67.	0.358E-02	0.519E-03	0.105E-03				
68.	0.336E-02	C.477E-03	0.966E-04				
69.	0.315E-02	0.438E-03	0.867E-04				
70.	0.295E-02	0.402E-03	0.812E-04				
71.	0.276E-02	0.367E-03	0.741E-04				
72.	C.257E-02	0.335E-03	0.674E-04				
73.	0.240E-02	0.305E-03	0.611E-04				
74.	0.223E-02	0.277E-03	0.551E-04				
75.	0.206E-02	0.250E-03	0.495E-04				
76.	0.191E-02	0.226E-03	0.441E-04				
77.	C.176E-02	0.203E-03	0.391E-04				
78.	0.162E-02	0.182E-03	0.344E-04				
79.	0.149E-02	0.163E-03	0.299E-04				
80.	C.137E-02	C.145E-03	0.257E-04				
81.	0.125E-02	0.128E-03	0.217E-04				
82.	0.114E-02	0.113E-03	C.180E-04				
83.	0.104E-02	0.992E-04	0.145E-04				
84.	0.938E-03	0.864E-04	0.112E-04				
85.	0.848E-03	0.747E-04	0.813E-05				
86.	0.763E-03	C.640E-04	0.524E-05				
87.	0.684E-03	0.543E-04	0.255E-05				
88.	C.611E-03	0.454E-04					
89.	0.543E-03	0.374E-04					
90.	0.481E-03	0.302E-04					
91.	0.423E-03	C.237E-04					
92.	0.370E-03	0.178E-04					
93.	0.321E-03	0.126E-04					
94.	C.276E-03	0.785E-05					
95.	0.235E-03	0.372E-05					
96.	C.197E-03						
97.	0.163E-03						
98.	0.132E-03						
99.	C.104E-03						
100.	0.785E-04						

Mylas