Multiplier-Arretierung :

Der Multiplier gleitet auf einer Filzschicht im μ-Metall-Zylinder. Seine Arretierung wird duch die Form des Ausleseteils (männlich), und einer auf der Röhre sitzenden Maske (weiblich) gewährleistet (Fig.2.2). 16 Erhebungen auf dem oberen Ausleseteil (3) greifen in 16 Löcher der Frontplatte eines Multipliers. Ein seitliches Ausweichen ist nicht mehr möglich. Im unteren Ausleseteil (4) und im Führungsring (10) sitzende Federn genau bemessener Stärke pressen Röhre und Ausleseteil zusammen.

Entstehende Wärme :

Jeder Multiplier trägt eine Signalplatine zur Aufnahme der vom Szintillatorlicht erzeugten und über die Dynoden der Röhre verstärkten Signale und eine Spannungsteilerplatine zur Spannungsversorgung der einzelnen Dynoden. Die von beiden Platinen erzeugte Joulesche Wärme von 3 W je Röhre werden auf ca. 60 cm^2 erzeugt. Dieser Raum liegt konstruktionsbedingt noch innerhalb des Halterungszylinders (1). Durch das offene Ende der Halterung kann die entstandene Wärme abziehen. Hier werden auch die Signalkabel zur Weiterverarbeitung der Röhrensignale herausgeführt. Damit ergibt sich das Problem der Lichtdichtigkeit.

Lichtdichtigkeit :

Man erkennt in Fig.2.2. konstruktionsbedingt drei Problemstellen.

- In das Ende der offenen Röhrenhalterung vermag Licht einzudringen.
- Licht kann am Ausleseteil (3)/(4) vorbei zum Multiplier gelangen.
- Licht kann in die Faser einkoppeln.

Das Röhrenende ist mit einer schwarzen Silikonschicht bedeckt und der Glaskörper ist mit schwarzem, lichtundurchlässigem Kunststoff ummantelt. Ein Andruckring (10) und das Umwickeln der Röhre mit schwarzem Filz verhindern das Vordringen von Licht bis zum vorderen Röhrenende. Zur Reduktion des Eindringens von Licht in die Fasern, das nicht in ihnen selbst erzeugt wurde, werden sie mit einer weißen Farbe, dem EMA (**E**xtra **M**ural **A**bsorber), beschichtet. Bündel von Fasern werden ferner in ein lichtunduchlässiges Material eingepackt, das von der Helix in Höhe des Targets bis zum Trägersystem reicht und dort mit Hilfe des Klemmringes (11) befestigt wird.

Beweglichkeit und Ankopplung :

Gehalten werden die Fasern im Ausleseteil durch O-Ringe, die zwischen (3) und (4) in eine kegelförmige Erweiterung der Durchführung einer Faser eingepreßt werden (Fig.2.2 und 2.3). Die Parameter dieser Methode sind die Maße der O-Ringe und der Durchmesser d des kegelförmigen O-Ring-Bettes. Nach Untersuchungen über Fasernschädigungen durch O-Ringe und über die Zugfestigkeit dieser Methode (Kapiel 3) wurde d = 5.6 mm gewählt. Der O-Ring hat dabei einen Innendurchmesser von 2.5 mm und eine Dicke von 1.2 mm (Fig.2.3). Die Fasern halten damit einer Zug- oder Druckkraft von 14 Newton stand. Der Andruck des Ausleseteiles (3)/(4) gegen die Röhre erfolgt über Federn, so daß alles innerhalb des μ-Metall-Zylinders beweglich gelagert ist. Da die Federn so bemessen wurden, daß sich die in Filz eingewickelte Röhre mitsamt Ausleseteil ab 5 Newton pro Röhrenkanal bewegt, ist die Halterung der Fasern durch O-Ringe gewährleistet. Herstellerbedingte Längentoleranzen der Multiplier von +/- 2 mm werden somit aufgefangen.

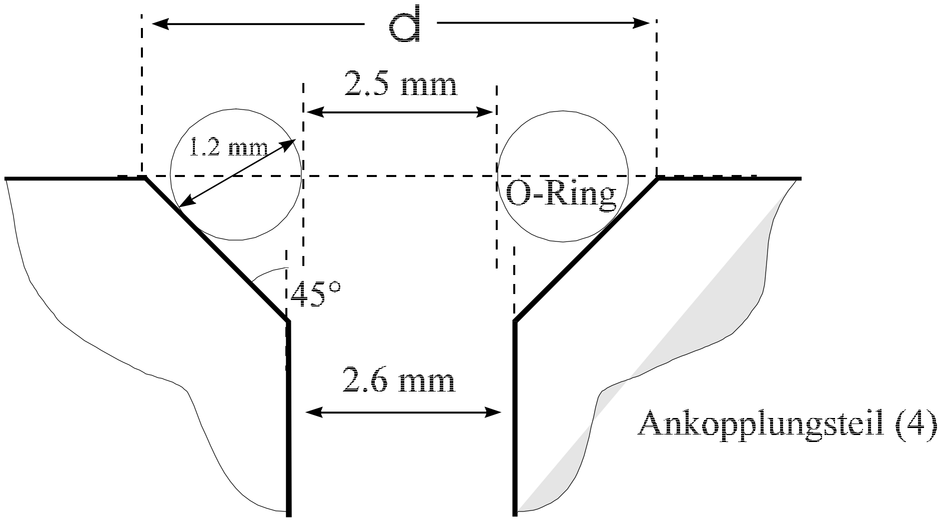

Fig.2.3 Maße der kegelförmigen Vertiefung zur Aufnahme der O-Ringe

Zur Optimierung der Ankopplung dienen zwei durch die Federn unterstützte Maßnahmen: Erstens werden die Fasern im Ausleseteil (3)/(4) klemmend, geschliffen und poliert. Die Federn fangen einen eventuellen Schiefschliff des Ausleseteils auf. Zweitens werden zwischen Multiplier und Fasern kreisförmige, durchsichtige Koppelkissen verwendet (∅ = 8 mm , Dicke = 2 mm , Fig.2.4). Sie bestehen aus einer Silikonkautschukmischung (Kapitel 3) und passen in die 3.5 mm tiefen Löcher der Multiplier-Frontplatte. Auf jedes Koppelkissen drückt über die Federn eine der 16 Erhebungen des oberen Ausleseteils (3). Die Koppelkissen halten einer Druckkraft dieser Erhebungen (Fläche = ¼ cm^2) von 10 bis 20 Newton zerstörungsfrei stand. Die Federn sind so bemessen, daß sich das Innere der Röhrenhalterung ab 5 Newton pro Kanal bewegt, so daß die Koppelkissen nicht zerstört werden können.

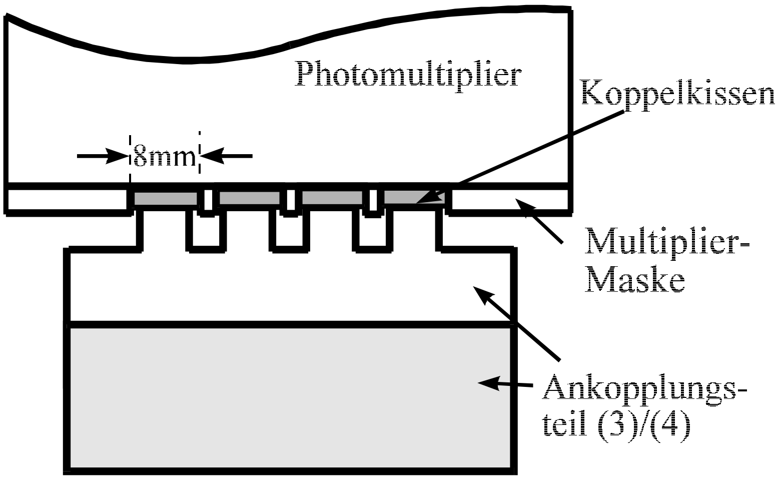

Fig.2.4 Darstellung der Multiplierankopplung, über in der Multiplier-Maske liegenden Koppelkissen aus Silikonkautschuk

2.3 Entwurf eines Trägersystem

Unabhängig von der Position der Multiplier bedingen ihre Abmessungen, daß die Fasern gekrümmt auf die einzelnen Fenster der Röhren geführt werden müssen. Würden alle Photomultiplier gleichsinnig parallel übereinander angeordnet, wie in Fig.2.5 dargestellt, wäre ein zweiter Bogen notwendig, um die Fasern zur optimalen Ankopplung senkrecht zu den Fenstern der Röhre zu führen. Jede Krümmung von Fasern führt jedoch zu Lichtverlusten (siehe Kapitel 3). Daher werden die Photomultiplier, wie in Fig.2.6 dargestellt, halbschalenförmig so angeordnet, daß sie auf das Target orientiert sind. Bei dieser Geometrie sind die Wege aller Fasern zu ihren jeweiligen Röhrenkanälen nahezu gleich lang.

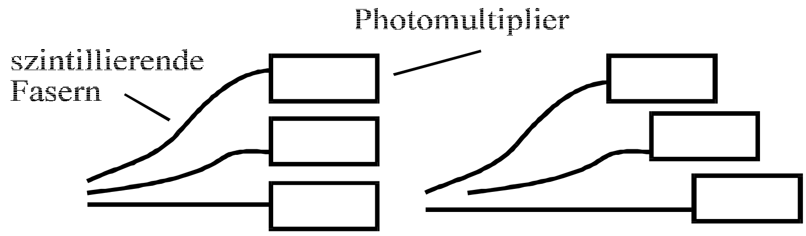

Fig.2.5 Gleichsinnige Anordnung der Multiplier

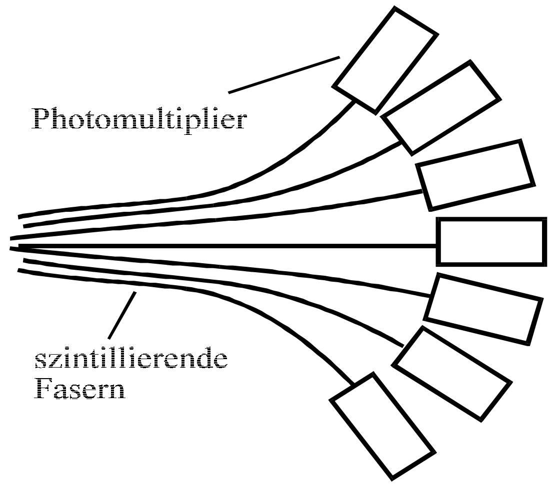

Fig.2.6 Halbschalenförmige Anordnung der Multiplier

Um die Herstellung des Trägersystems und die Montage der Röhrenhalterungen zu vereinfachen, wurde die Halbschale segmentiert (Fig.2.7). Je größer die Zahl der verwendeten Segmente, um so besser sind die Annäherung an die Kugelschale und die Forderung nach einer senkrechten Ankopplung der Fasern ohne zusätzliche Bögen erfüllt. Die Anzahl der Segmente ist jedoch nicht zu groß zu wählen. Sie bestimmt die Abmessungen des Trägersystems und damit die notwendigen Weglängen und Bögen der Fasern.

Die Zahl der Segmente wurde daher auf 8 festgelegt. Dabei decken je zwei Segmente 90° der x-y-Ebene ab. Die inneren Segmente tragen je fünf Röhren, die äußeren je sechs. Damit ist Platz für 44 Multiplier.

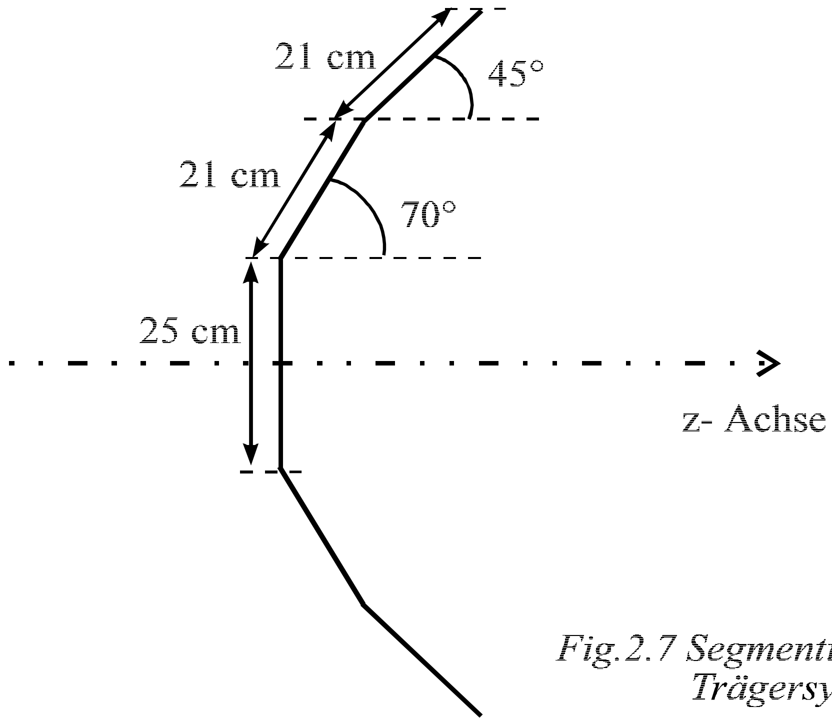

Fig.2.7 Segmentierung des Trägersystems

In Fig. 2.8. ist eine perspektivische Darstellung des kompletten Trägersystems mitsamt der Röhrenhalterungen dargestellt. In der Darstellung wird strahlabwärts auf die Rückseite der Anordnung geschaut. Man erkennt die Aussparung für die torbogenförmige Strahlrohrstütze. Eine genaue Darstellung des Trägersystemdesigns findet sich im Anhang.

Fig.2.8 Dreidimensionale Darstellung des Trägersystems (Blickrichung strahlabwärts)