

Dosimetrie an kommerziell hergestellten Elektronenblenden Dipl.-Phys. Martin Nürnberg

Diese Arbeit wurde veröffentlicht auf der 32. DGMP-Jahrestagung Berlin 2001.

Einleitung

Die Firma positronic beam service GmbH (im folgenden "positronic") stellt u.a. individuelle Blenden für Elektronenstrahlung her. Bei der Einführung dieser Herstellungstechnik ergab sich die Fragestellung nach der Eignung der verwendeten Legierung MCP-96 und der zulässigen Toleranz in der herzustellenden Dicke der Blenden.

Material und Methoden

Die Elektronenblenden der Firma positronic für einen Elekta-Beschleuniger bestehen aus einem zerlegbaren Edelstahlrahmen (Werkstoffbezeichnung: 1.4301, DIN-Bezeichnung: X5CRNI181), in welchen die Legierung MCP-96 (in Gew.-%: ($\pm 0,3$ %): 52,5 % Bi, 32,0 % Pb, 15,5 % Sn) bis zu einer Dicke von typischerweise 10 mm gegossen wird.

Die dosimetrische Untersuchung erfolgte in der Radiologie Pinneberg an einem medizinischen Linearbeschleuniger SLi, Elekta mit den Elektronenenergien 6, 8, 10, 15 und 18 MeV.

Für die Messungen mit verschiedenen Feldgrößen wurden für vier verschiedene Tubusgrößen (quadratische Feldgrößen mit Seitenlänge 6, 10, 14 und 20 cm) jeweils drei individuelle Blenden mit einer quadratischen Öffnung angefertigt. Der Vergleich von drei verschiedenen Blendenmaterialien (Abb. 1) erfolgte mit einer original Elekta-Blende (10 cm x 20 cm Tubus mit 6 cm x 20 cm Öffnung), einer Standardblende aus Edelstahl (10 cm x 10 cm Tubus mit 7 cm x 9 cm Öffnung) und einer individuellen Blende aus MCP-96 (14 cm x 14 cm Tubus mit 8 cm x 8 cm Öffnung).



Abb. 1a: Original Elekta-Blende



Abb. 1b: Standardblende aus Edelstahl

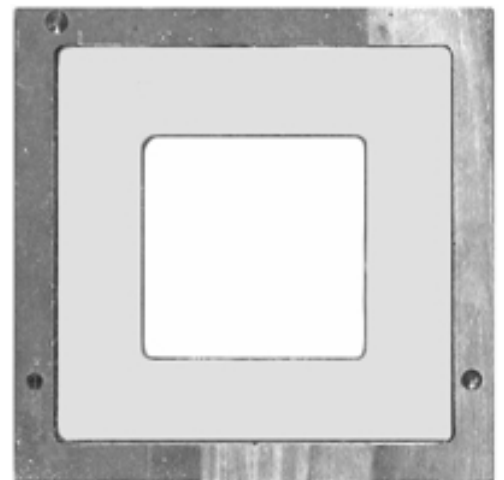


Abb. 1c: Individuelle Blende aus MCP-96

Die Untersuchung mit verschiedenen Dicken des Absorbermaterials MCP-96 wurden an einem Tubus (14 cm x 14 cm) mit individuellen Blenden mit und ohne Strahlendurchtrittsöffnung (6 cm x 6 cm) durchgeführt. Diese Blenden besitzen in der Größe von 12 cm x 12 cm variierende Materialdicken von 1 mm bis 10 mm in 1 mm-Schritten (Abb. 2). Die Nachbearbeitung erfolgte mit Hilfe einer CNC-Fräse.

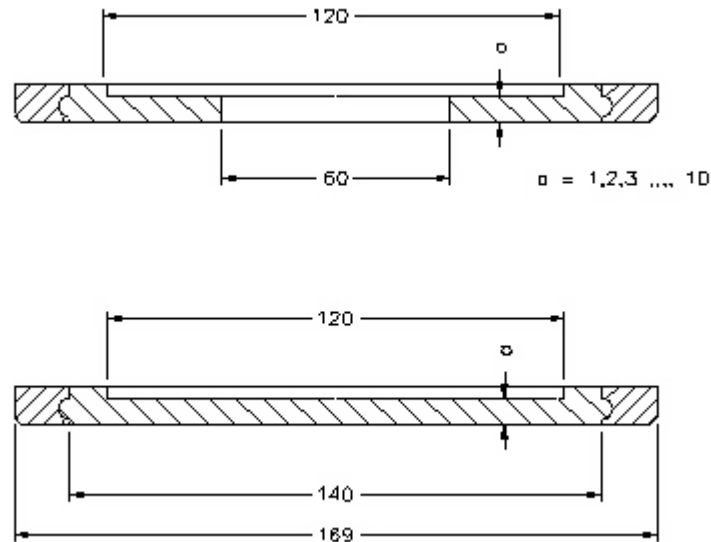
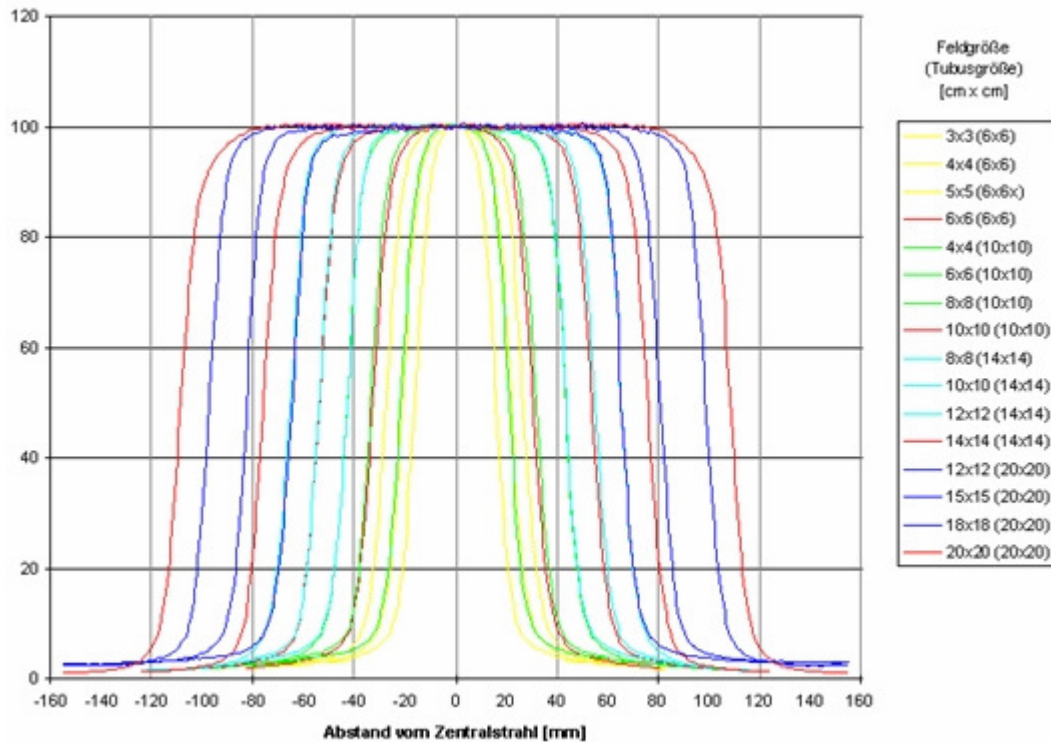


Abb. 2: Schnitte durch individuelle Blenden mit variierenden Dicken

Die relativen Dosisverteilungen wurden im Wasserphantom RFA-300*plus*, Scanditronix mit dem Halbleiterdetektor EFD (effektive Detektorfläche 2,5 mm Durchmesser) ermittelt. Die Output-Faktoren wurden aus Absolutdosismessungen berechnet, die mit der Markus-Kammer 23343, PTW im Wasserphantom durchgeführt wurden. Der Abstand zwischen Fokus und Wasseroberfläche betrug 100 cm, der Abstand zwischen Fokus und Tubusunterkante beträgt 95 cm (d.h. 5,0 cm Luftlücke zwischen Tubusunterkante und Wasseroberfläche) und die Meßtiefe für die Querprofile und die Absolutdosismessungen war die jeweilige Maximumstiefe (z.B. für 18 MeV: 3,0 cm).

Ergebnisse

Die Querprofile für verschiedene Feldgrößen bei der Energie von 18 MeV (Abb. 3) zeigen, dass der Dosisabfall am Feldrand (Halbschatten, von 80 % bis 20 % der relativen Dosis, nach DIN 6847-4) für die individuellen Blenden qualitativ gleichwertig sind und im Bereich der Schulter (100 % bis 80 % der relativen Dosis) sogar einen größeren Dosisgradienten als die original Elekta- Blenden aufweisen.



Die quantitative Auswertung ergibt, dass der Halbschatten der original Elekta-Blenden für alle Tubusgrößen und alle Energien ca. 1 mm größer ist als von den individuellen Blenden. Dies lässt sich auf die Gestaltung der Kanten der Strahlendurchtrittsöffnung zurückführen. Bei den individuellen Blenden sind diese Kanten senkrecht, während bei den original Elekta-Blenden diese zum Fokus hin leicht geöffnet sind.

Die dazugehörigen Tiefendosiskurven für verschiedene Feldgrößen bei der Energie von 18 MeV (Abb. 4) zeigen, dass die Dosis für kleine Feldgrößen zusammenbricht.

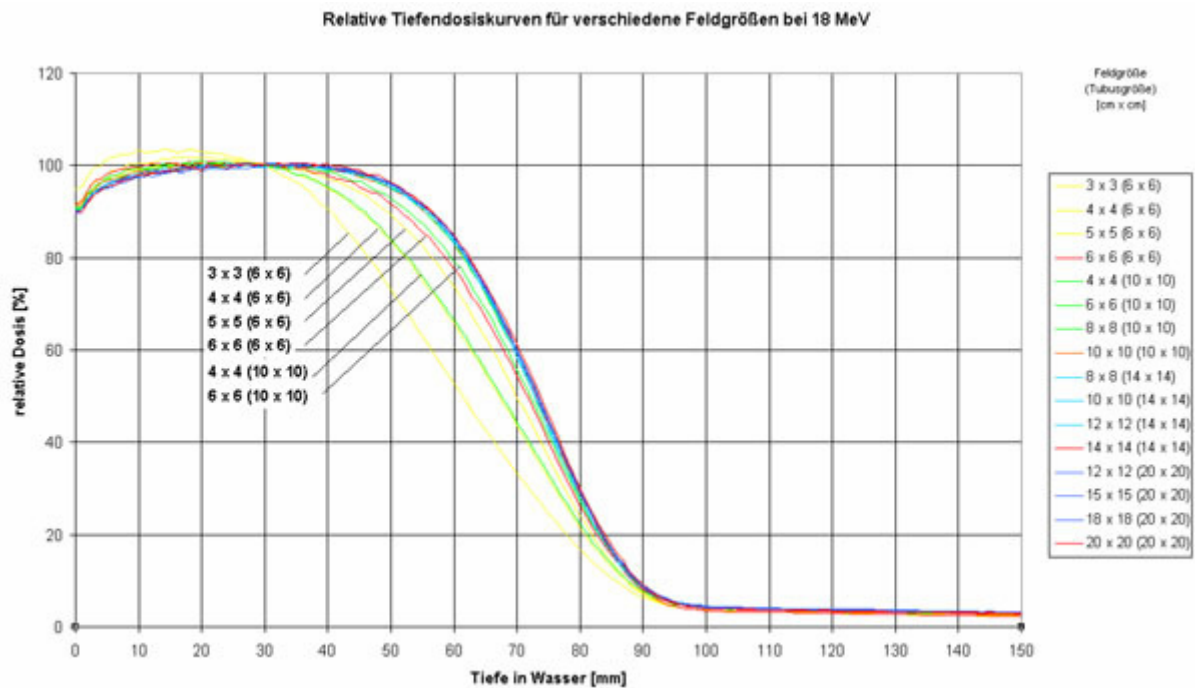


Abb. 4: Tiefendosiskurven für verschiedene Feldgrößen bei 18 MeV

Die ermittelten Output-Faktoren (Abb. 5) für alle zur Verfügung stehenden Energien zeigen, daß die Berücksichtigung dieser Output-Faktoren (z.B. im Bestrahlungsplanungssystem) bei der Berechnung von Monitor-Einheiten für individuelle Blenden - insbesondere für kleine Tubusgrößen - unbedingt erforderlich ist.

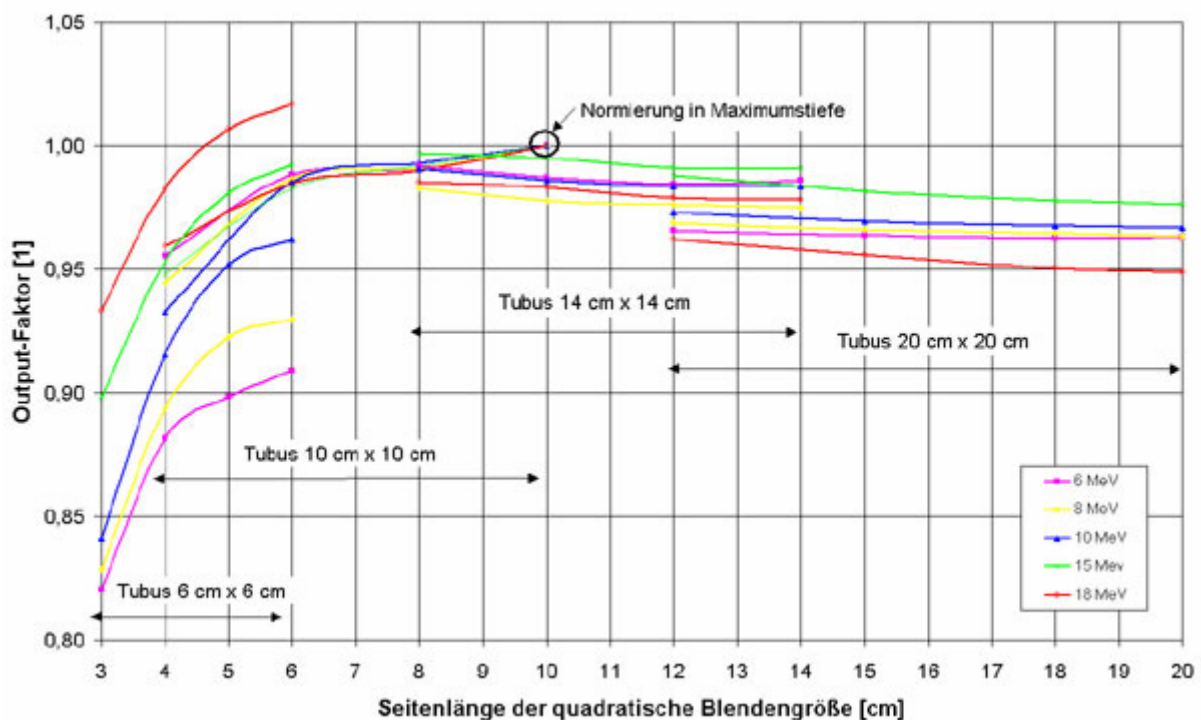


Abb. 5: Output-Faktoren für Elektronenstrahlung

Die Gegenüberstellung der Querprofile für verschiedene Blendenmaterialien bei der Energie von 18 MeV (Abb. 6) zeigt, dass die drei untersuchten Materialien (Abb. 1) die gleichen Absorptionseigenschaften besitzen.

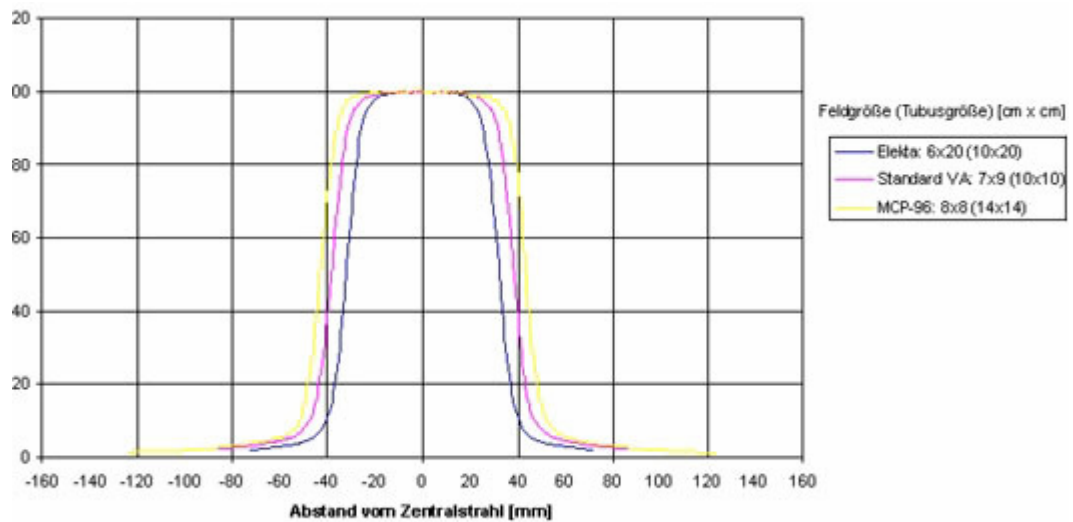


Abb. 6: Querprofile für verschiedene Blendenmaterialien bei 18 MeV

Die Zusammenstellung der Querprofile (Abb. 7) und Tiefendosiskurven (Abb. 8) der Elektronenblenden mit verschiedenen Materialdicken bei der Energie von 18 MeV zeigt, dass bei der Herstellung der individuellen Blenden eine Dicke von 10 mm und einer Abweichung von -3 mm für die maximal zur Verfügung stehende Energie von 18 MeV tolerabel ist. Die Normierung der relativen Dosiswerte erfolgte für die Originalblende (14 cm x 14 cm) in der Maximumtiefe.

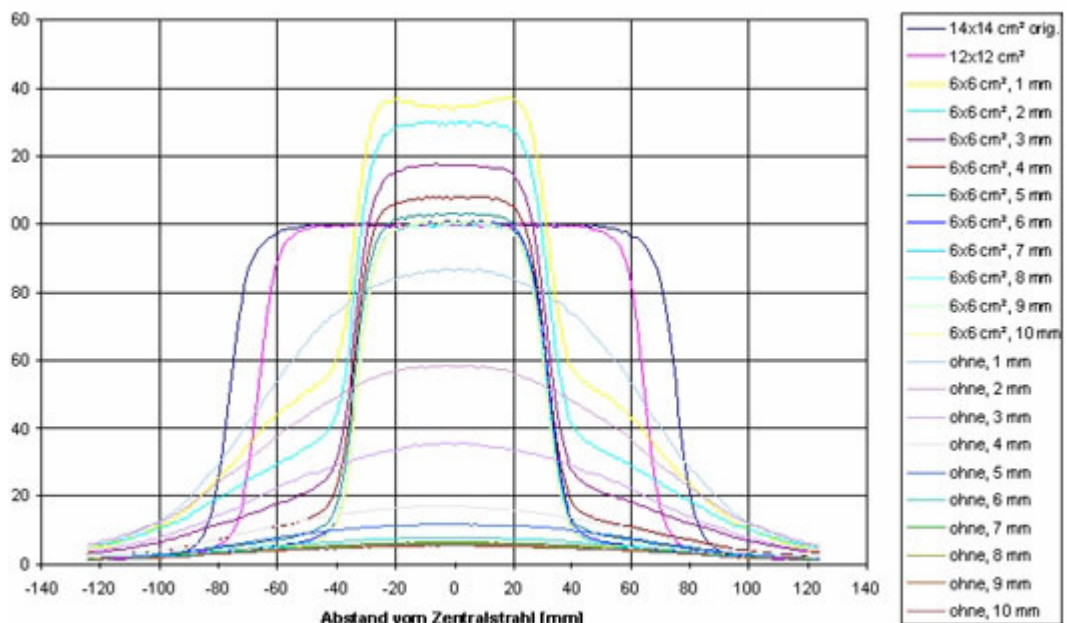


Abb. 7: Querverteilungen für verschiedene Materialdicken bei 18 MEV

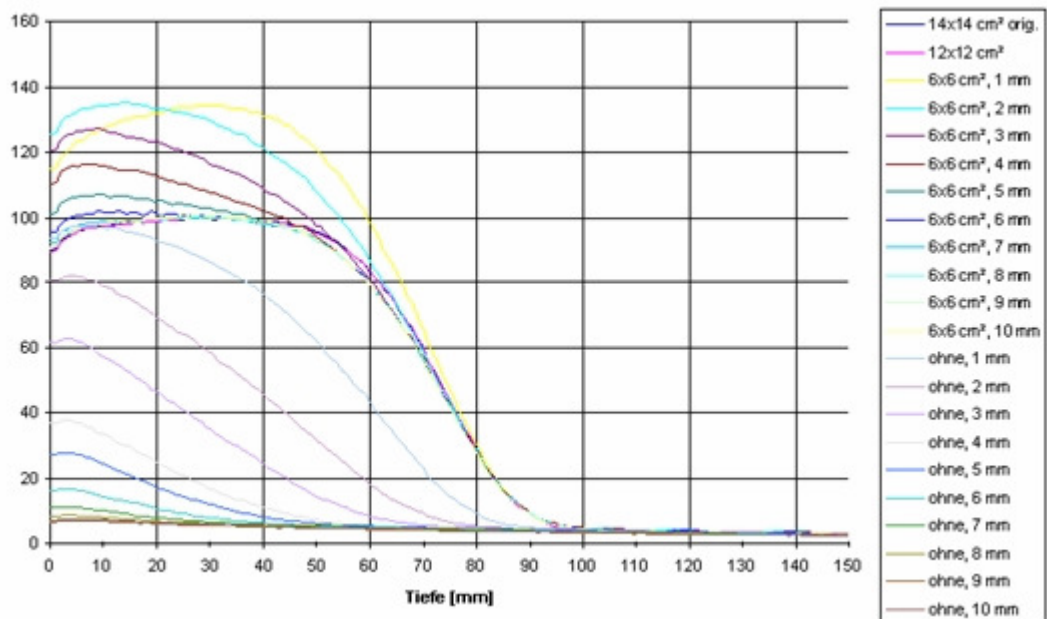


Abb. 8: Tiefendosiskurven für verschiedene Materialdicken bei 18 MeV

Zusammenfassung

Die Legierung MCP-96 ist geeignet für die Verwendung als individuelle Blende. Die Dicke der individuellen Blende aus MCP-96 sollte 7 mm bei 18 MeV nicht unterschreiten. Die Output-Faktoren sollten insbesondere für kleine Feldgrößen berücksichtigt werden.

Korrespondenzanschriften

Dipl.-Phys. Martin Nürnberg
 Radiologie Pinneberg
 Abt. Strahlentherapie
 Fahltskamp 74
 25421 Pinneberg,
 Tel.: 04101 / 54 42 36
 Fax: 04101 / 54 42 39
nuernberg@radiologie-pi.de

positronic beam service GmbH
 Dipl. Ing. Reiner Arnoneit
 Industriestr. 10 E
 25462 Rellingen
 Tel.: 04101 / 55 55 13
 Fax: 04101 / 55 55 01
ra@beamservice.de