

Messung von W-Werten für hochenergetische Protonen und ^4He -Ionen Ionen in Luft, Stickstoff und Argon

Hochenergetische Protonen und Schwerionen haben in Materie ein scharfes Maximum der Energieabgabe am Ende ihrer genau definierten Reichweite. Im Vergleich zur konventionellen Strahlentherapie mit Photonen oder Elektronen kann daher bei der Strahlentherapie mit Protonen oder Schwerionen das Maximum der Dosis genau der räumlichen Verteilung eines Tumors angepasst werden, wodurch das umliegende gesunde Gewebe und kritische Organe optimal geschont werden. Aus diesen Gründen werden Protonenstrahlen und Schwerionenstrahlen zunehmend für bestimmte Krebsbehandlungen eingesetzt.

Für die Strahlentherapie muss die Energieabgabe durch die Strahlung an das Gewebe, also die gewünschte Schädigung im Tumor sowie die unerwünschte Wirkung im gesunden Gewebe, genau bestimmt werden. Für die Bestimmung dieser Dosis werden weitgehend luftgefüllte Ionisationskammern eingesetzt. Zur Umrechnung von gemessener Ladung in Dosis werden dabei die so genannten W-Werte als Basisgrößen benötigt. Als W-Wert bezeichnet man die mittlere Energie zur Erzeugung eines Ladungsträgerpaares durch geladene Teilchen. Die experimentellen Daten für W-Werte, vor allem für Protonen in Luft, differieren um bis zu $\pm 4\%$. In diesem Projekt sollen daher die W-Werte in Luft, Stickstoff und Argon für Protonen, ^4He - und ^{12}C -Ionen in dem Energiebereich von 1 MeV/Nukleon bis ca. 6 MeV/Nukleon neu gemessen werden. Es werden relative Standardunsicherheiten von ca. 1 % angestrebt. Der überwiegende Teil der Messungen soll an den Ionenbeschleunigern der PTB durchgeführt werden, doch zusätzlich sind auch W-Wertmessungen für ^{12}C -Ionen mit bis zu 11 MeV/Nukleon an der GSI in Darmstadt geplant.

Für diese Experimente wurde eine neue Messapparatur aufgebaut und in Betrieb genommen, bei der gleichzeitig die Ionisation in einem Gas und die Anzahl der eingestrahnten Teilchen gemessen wird. Der Aufbau besteht im wesentlichen aus einer Streukammer, einer Ionisationskammer und einem Festkörper-Teilchenzähler (Si). Der Ionenstrahl mit genau bekannter Energie passiert in der Streukammer eine dünne Goldfolie und wird anschließend außerhalb der Kammer in einem Faraday Cup gestoppt, wo auch der Strahlstrom gemessen wird. Ein Teil der Ionen wird in der Goldfolie gestreut und trifft jeweils unter 45° , nach Passieren von identischen Blenden, in die Ionisationskammer und auf den Teilchenzähler.

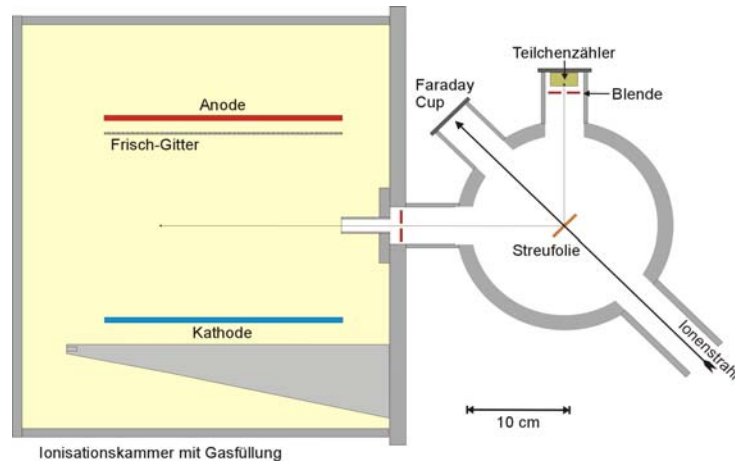


Bild 1: Schematische Darstellung der Messanordnung

Die Ionisationskammer ist so dimensioniert, dass die Ionen ihre Energie vollständig im aktiven Volumen der Ionisationskammer abgeben können. Die Elektroden (Fläche 20 cm x 25 cm) haben einen Abstand von 20 cm und sind parallel zum Teilchenstrahl angeordnet. Durch diese Anordnung werden Rekombinationsverluste minimiert. An der Kathode wird die gesamte Ladung integriert, während an der Anode, hinter einem Frisch-Gitter, die Pulse der einzelnen Teilchen gemessen und gezählt werden. Im Gegensatz zu älteren Messungen werden die Anzahl und das Energiespektrum der Teilchen zusätzlich in dem Si-Teilchenzähler gemessen. Dieser Monitor ist besonders wichtig für Messungen von W-Werten in Luft, da hier durch den elektronegativen Sauerstoff in der Ionisationskammer keine schnellen Einzelpulse entstehen und gezählt werden können.

Die neue Apparatur wurde mit ersten Messungen von W-Werten in Luft, Stickstoff und Argon für Protonen mit 1 MeV bis 3 MeV und für ^4He -Ionen mit 3 MeV erfolgreich in Betrieb genommen.

Ansprechpartner:

U. Giesen, FB 6.4, AG 6.41, E-Mail: ulrich.giesen@ptb.de