

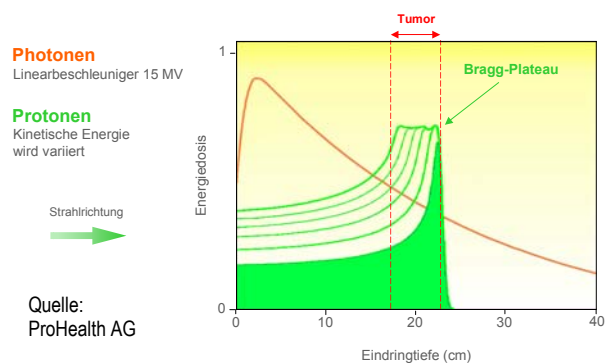
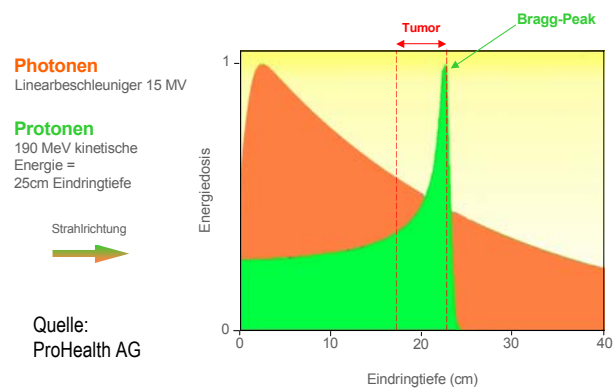
Mit Protonen gegen das lokale Prostatakarzinom

Die Protonenbestrahlung ist weder neu noch experimentell, wie bisweilen behauptet wird. Bereits 1947 wies der Physiker Robert Wilson auf die Möglichkeit hin, hoch beschleunigte Protonen zur Bestrahlung von Tumoren einzusetzen. Mitte der fünfziger Jahre wurde dann der erste Patient in den Berkeley Laboratorien in Kalifornien, USA mit Protonenbestrahlung behandelt. Seit den inzwischen vergangenen 50 Jahren wurden weltweit ca. 40.000 Patienten mit Tumoren in unterschiedlichen Körperregionen mit Protonen bestrahlt.

Eine Partikelbestrahlung wie sie die **Protonen**bestrahlung darstellt, hat verschiedene Vorteile gegenüber der konventionellen, externen Photonenbestrahlung mit Röntgenstrahlen. Aufgrund der besonderen physikalischen Eigenschaften ist es möglich, auch bei tief liegenden Tumoren eine zur Heilung ausreichende Dosis unter weitgehender Schonung des gesunden Gewebes im zu zerstörenden Tumorareal einzubringen.

Bei konventioneller, externer Strahlentherapie mit Photonen wird das Dosismaximum bereits wenige Millimeter nach dem Eindringen in den Körper erreicht und fällt danach exponentiell ab. Ein tiefer im Körper liegender Tumor erhält somit nur einen vergleichsweise geringen Teil der insgesamt eingebrachten Dosis. Der überwiegende Dosisanteil schädigt das gesunde im Strahlengang vor und hinter dem Tumor liegende Gewebe. Um den Einfluß auf das gesunde Gewebe und damit die Nebenwirkungen der konventionellen Strahlentherapie zu mindern, wird aus mehreren Richtungen eingestrahlt und die Dosis im Tumor gebündelt.

Ganz anders verhalten sich die auf ca. 60% der Lichtgeschwindigkeit beschleunigten **Protonen**. Beim Eintritt in den Körper kommt es zunächst nur zu sehr wenigen Wechselwirkungen mit dem Gewebe. Im weiteren Verlauf verlieren die **Protonen** an Geschwindigkeit. Die Energieabgabe steigt mit abnehmender Geschwindigkeit und erreicht ihren höchsten Wert im Bragg-Peak. Die Lage des Bragg-Peaks lässt sich über die Geschwindigkeit der Protonen einstellen und kann somit der geometrischen Lage des Tumors angepasst werden. Da der Bragg-Peak nur eine Ausdehnung von 1-4 mm aufweist, muß durch Verändern der Teilchengeschwindigkeit über den Tumor hinweg gestrichen werden. Das Gewebe vor dem Tumor erhält ganz anders als bei der Photonenbestrahlung nur einen geringen Teil der Dosis. Das hinter dem Tumor liegende Gewebe wird aufgrund der physikalischen Eigenschaften nahezu vollständig geschont.



Die klinischen Vorteile dieser Therapie sind somit:

- Deutlich weniger Nebenwirkungen
- Geringeres Risiko eines Sekundärtumors (geringere Strahlenbelastung im Gesunden)
- Möglichkeit der Dosissteigerung im Tumor und damit höhere Heilungsraten

Der Protonenstrahl, wie er aus dem Beschleuniger geliefert wird, ist ein feiner, scharf gebündelter Strahl (Bleistiftstrahl). Zur Anpassung an die Tumorgeometrie kommen zwei unterschiedliche Verfahren zum Einsatz. Beim älteren und damit bewährten Scattering-Verfahren wird der feine Protonenstrahl durch Scattering-Folien auf einen Durchmesser von etwa 15 cm aufgeweitet und mittels individuell angefertigter Metallblenden (Aperturen) auf die Tumorabmessungen begrenzt. Die Lage des Bragg-Peaks wird mit ebenfalls individuell angefertigten Kunststoffabsorbieren (Bolussen) festgelegt. Zur dynamischen Veränderung des Bragg-Peaks werden während der Bestrahlung unterschiedliche dicke Kunststoffteile mit einer vorgegebenen Geschwindigkeit durch den Strahlengang bewegt. Beim moderneren Spot-Scanning-Verfahren wird der Protonenstrahl - ähnlich wie ein Elektronenstrahl beim Aufbau eines Fernsehbildes - mittels elektromagnetischer Felder abgelenkt und über den Tumorbereich hinweg bewegt. Die Lage des Bragg-Peaks und damit die Tiefendosis wird durch die Partikelgeschwindigkeit eingestellt. Der Einsatz individuell angefertigter Aperturen und Bolusse für jedes Bestrahlungsfeld (Bestrahlungs-Richtung) entfällt hier jedoch völlig.

Das erste klinische Zentrum zur Behandlung mit Protonenbestrahlung (Scattering) wurde 1990 am Loma Linda University Medical Center (LLUMC) bei Los Angeles in Betrieb genommen (<http://www.llu.edu/proton/>). Bis heute wurden dort neben Tumoren in anderen Körperregionen nahezu 8.000 Prostatakrebspatienten mit sehr gutem Erfolg behandelt. Die Ergebnisse sind zumindest mit denen von Patrick Walsh (Johns Hopkins Hospital, Baltimore, USA), dem wohl renommiertesten Operateur, vergleichbar, ohne jedoch seine rigiden Auswahlkriterien anzuwenden. Das krankheitsfreie Überleben für alle behandelten Stadien (T1-T3) wird über einen Beobachtungszeitraum von 10 Jahren mit 73 % angegeben¹. Die Behandlung wird ambulant an 5 Tagen je Woche durchgeführt und ist völlig schmerzfrei und gut verträglich. Zur Zeit werden täglich ca. 160 Patienten bestrahlt. Bei reiner Protonenbestrahlung wird im täglichen Wechsel aus 2 gegenüber liegenden Feldern bestrahlt. Vor jeder Behandlung wird die korrekte Position durch 2 orthogonal angefertigte Röntgenbilder überprüft und ggf. durch das Justieren einer individuell angefertigten Patientenliege korrigiert. Die Behandlung wird derzeit meist über 44 Fraktionen (Bestrahlungssitzungen) zu je 1,8 CGE durchgeführt. Es ergibt sich daraus eine Gesamtdosis von 79,2 CGE. Falls das Risiko für Mikrometastasen im Bereich der Lymphknoten nach Partintabelle gleich oder größer als 15% ist, wird eine Kombinationsbestrahlung aus Photonen und Protonen verabreicht.

Um die Blase aus dem Strahlungsbereich zu heben, werden die Patienten aufgefordert, rechtzeitig vor jedem Behandlungsbeginn eine vorgegebene Menge Wasser zu trinken. Zur weitgehenden Schonung des Darms wird vor jeder Bestrahlung außerdem ein Ballon in den Enddarm eingeführt und mit ca. 120 ml Wasser gefüllt. Beide Maßnahmen dienen außerdem zur Lagestabilisierung der Prostata. Zur Kompensation von Positionierungsungenauigkeiten und Organbewegungen wird mit einem Sicherheitssaum von 10 mm bestrahlt. Die Prostatakrebs-Selbsthilfegruppe am LLUMC gab sich unter Anspielung auf den rektalen Ballon den Namen „Brotherhood of the Balloon“ (<http://www.protonbob.com/homepage.asp>). Zur Zeit entstehen auf fast allen Kontinenten und in einer Vielzahl von Ländern neue klinische Protonenbehandlungszentren. Das Rinecker Proton Therapy Center (RPTC), das derzeit in München entsteht, wird das erste klinische Protonentherapie-Zentrum Europas sein

(<http://www.rptc.de>). Weitere Zentren für Partikelbestrahlung (Protonen u. Schwerionen) sind auch in Deutschland im Bau bzw. in Planung.

Die Kostenübernahme einer solchen Therapie in den USA durch die gesetzlichen Krankenkassen ist problematisch. Für Angehörige einer privaten Versicherung ist die Durchsetzung der Kostenübernahme deutlich einfacher, aber auch nicht in jedem Fall sichergestellt und abhängig von der individuellen Vertragsgestaltung.

Es ist jedoch davon auszugehen, dass nach Inbetriebnahme des RPTC in München die bereits bestehenden Versorgungsverträge mit einzelnen Krankenkassenverbänden zur Übernahme der Behandlungskosten erweitert werden können und so der Kreis der Anspruchsberechtigten weiter zunimmt (siehe auch unter: <http://www.rptc.de/deutsch/protonentherapie/kosten.htm>).

Der Verfasser war selbst als Patient in Loma Linda, Kalifornien. Die Behandlung - sowohl medizinisch als auch der persönliche Umgang - waren vorbildlich. Weitere Informationen können unter info@shg-prostatakrebs.de beim Verfasser angefordert werden.

Das Bildmaterial stellte uns freundlicherweise die Prohealth AG zur Verfügung.

Fritz Dauth

SHG Prostatakrebs Bayerisches Oberland – Bad Tölz

¹ Proton Therapy For Prostate Cancer: The Loma Linda University Experience, Int. Journal Radiation Oncology Biol. Phys., Vol. 59, No. 2, pp. 348-352