

STRAHLENTHERAPIE AM KLINIKUM DORTMUND  
DR. MED. R. ROHN & KOLLEGEN

STRAHLENTHERAPIE



BEURHAUSSTR. 40 · 44137 DORTMUND  
SPRECHSTUNDEN: MO.-FR. 8.00–18.00 UHR

TELEFON 0231-953 20940  
TELEFAX 0231-953 21101  
WWW.STRAHLENTHERAPIE-IN-DORTMUND.DE



**DIN EN ISO 9001:2000**  
**Zertifikat: 01 100 071428**

VON A-Z



## Gut aufgehoben

Auf Wunsch unserer Patientinnen und Patienten haben wir eine Übersicht mit den wichtigsten Begriffen und Behandlungsverfahren der strahlentherapeutischen Medizin zusammengestellt.

Eine solche Broschüre kann und soll das Beratungsgespräch natürlich nicht ersetzen, sie gibt nur einen kleinen Einblick in den komplexen Bereich der Strahlentherapie.



Weitere Informationen finden Sie auf unserer Homepage.

Ich freue mich über Ihr Interesse und stehe Ihnen auf Wunsch auch gerne für ein persönliches Gespräch zur Verfügung.

Ihr  
Dr. med. Ralf Rohn

## Inhalt

Atemtriggerung (4D-Bestrahlung)	
Brachytherapie (Afterloading)	3
CT-Planung	
3D-Bestrahlungsplanung	4
Einzeichnung (Simulatorverifikation)	
Fraktionierung	5
Gutartige Erkrankungen	
Hautpflege	6
IMRT	
Jod-125 Seed-Implantation	7
Kollimator	
Linearbeschleuniger	8
Mehrfelder-Bestrahlung	
Neoadjuvante Therapie	9
Organerhaltung	
Protonen-/Schwerionen-Bestrahlung	10
Qualitätsmanagement (QM)	
Radio-Chemotherapie	11
Stereotaktische Bestrahlung	
Tumorkonferenz	12
Untersuchungen	
Vakuum-Matte	13
Wirksamkeit (biologische, relative)	
Zielvolumen	14
So finden Sie uns	15

## Atemtriggerung (4D-Bestrahlung)

Auch 4-Dimensionale Strahlentherapie (4D-Radiotherapie) genannt. Die Atembewegungen werden kontinuierlich automatisch überwacht und steuern die Bestrahlung am **→Linearbeschleuniger (S. 8)**. Die Bestrahlung wird nur in solchen Atemphasen ermöglicht, in denen das gesunde Gewebe am besten geschont und der Tumor am besten erfasst wird, z.B. bei Bestrahlung von Brustkrebs und von Lungenkrebs zur optimierten Herz- und Lungenschonung. In der modernsten Form dieser Therapie werden auch die CT-Bilder zur Bestrahlungsplanung atemgetriggert erzeugt (4D-CT).



## Brachytherapie (Afterloading)

Brachytherapie bedeutet Kurzdistanzbestrahlung. Meist ferngesteuert wird eine Strahlenquelle durch Schläuche oder Katheter eingeführt und in das zu bestrahlende Gebiet bewegt (Afterloading-Therapie). Durch nur geringe Reichweite der Strahlung wird eine sehr gute Schonung des umliegenden Gewebes möglich, z.B. bei Tumorerkrankungen von Gebärmutter und Gebärmutterhals, nach oder anstatt einer Operation. Bei der besonderen Therapieform „Kontakttherapie“ wird ein strahlender Applikator auf das zu behandelnde Gebiet direkt aufgelegt, z.B. bei der Bestrahlung eines Pterygiums (sog. Flügelfell der Bindehaut des Auges).

## CT-Planung

Bei der Computertomographie-Planung werden in der späteren Bestrahlungsposition hochauflösende Schnittbilder erzeugt, üblicherweise ohne den Einsatz von Kontrastmitteln. Zuvor ggf. anderenorts durchgeführte CT-Untersuchungen zur Diagnostik können das Planungs-CT nicht ersetzen. Dieses liefert ein dreidimensionales Abbild der zu bestrahlenden Region. Bei der CT-Planung werden vorübergehend Markierungen auf der Haut angebracht, die auf den CT-Bildern erkennbar sind und letztlich zur reproduzierbaren Positionierung des Patienten auf dem Bestrahlungstisch dienen.

## Einzeichnung (Simulatorverifikation)

Nach der → **3D-Planung (S. 4)** wird der Patient zunächst am sog. Therapiesimulator genau wie bei den späteren Bestrahlungen positioniert. Dabei werden die Bestrahlungsfelder wie später am → **Linearbeschleuniger (S. 8)** einzeln eingestellt – die Bestrahlung wird quasi simuliert. Unter Röntgenkontrolle werden die Bestrahlungsfelder überprüft (verifiziert). Dadurch wird die Position des Patienten auf dem Behandlungstisch definiert. Meist werden winzige Punkte in die Haut tätowiert, um den Patienten bei den täglichen Bestrahlungen mithilfe eines Laser-Systems stets exakt auf dem Bestrahlungstisch positionieren zu können.



## 3D-Bestrahlungsplanung

Bei der 3-Dimensionalen Bestrahlungsplanung werden die Bilder aus der → **CT-Planung (S. 4)** am Planungscomputer bearbeitet. Der Facharzt für Strahlentherapie legt dabei das zu bestrahlende Gebiet sowie die zu schonenden gesunden Organe präzise fest. Dann werden durch Medizin-Physik-Experten die einzelnen Bestrahlungsfelder in Größe, Lage und Einstrahlrichtung festgelegt. Am Planungscomputer kann man die dreidimensionale Verteilung der Strahlendosis genau vorhersehen und den Erfordernissen für jeden Patienten individuell anpassen.

## Fraktionierung

Die zur erfolgreichen Strahlenbehandlung erforderliche Strahlendosis wird üblicherweise in viele kleine, tägliche Einzelportionen unterteilt, bezeichnet als Fraktionierung. Dadurch wird es den gesunden Zellen ermöglicht, sich bis zum Zeitpunkt der nächsten Behandlung weitgehend von der letzten Bestrahlung wieder zu erholen. Es genügt dazu in der Regel ein Zeitabstand von 6 bis 8 Stunden. Die Tumorzellen schaffen eine Erholung von den täglichen Bestrahlungssitzungen nur unvollständig, sie werden nach Erreichen einer ausreichend hohen Strahlendosis abgetötet und letztlich vom Immunsystem des Körpers beseitigt.

## Gutartige Erkrankungen

Viele nicht bösartige Erkrankungen lassen sich durch eine Strahlenbehandlung erfolgreich behandeln. Dazu gehören schmerzhafte Gelenkerkrankungen an Schultern, Ellenbogen, Händen, Hüften und Knien wie auch der Fersensporn. Durch die Bestrahlungen wird der schmerzhafte Entzündungsreiz in der Regel positiv beeinflusst, oft bis hin zum völligen Verschwinden der Beschwerden. Weitere Einsatzgebiete sind störende Bindegewebswucherungen an Handflächen (Dupuytrensche Erkrankung) und Fußsohlen (Ledderhose Erkrankung), an der Bindehaut des Auges (Pterygium) sowie an Narben nach Operationen (Keloid).

## IMRT

IMRT (Intensitäts**M**odulierte **R**adio**T**herapie) ist ein hoch modernes, sehr aufwändiges Bestrahlungsverfahren. Damit ist eine verbesserte Schonung der gesunden Organe möglich, was eine Therapie mit noch weniger Nebenwirkungen ermöglicht. Oft kann gleichzeitig die Dosis im Zielgebiet zur Verbesserung der Heilungschancen gesteigert werden. Während der Bestrahlungen bewegen sich die einzelnen Lamellen des → **Kollimators (S. 8)** durch die Bestrahlungsfelder, sog. dynamische IMRT. Derzeit wird die IMRT bei Prostatakrebs, diversen Hirntumoren und Tumoren von Schädel und Schädelbasis eingesetzt.

## Hautpflege

Durch → **Mehrfeldertechnik (S. 9)** wird eine gute Schonung der Haut ermöglicht. Aufgrund der auf die Haut tätowierten Markierungen ist ein lediglich vorsichtiges Waschen bzw. Duschen in der Regel möglich, Baden oder Schwimmen nach Rücksprache mit dem Arzt im Einzelfall gegebenenfalls erlaubt. Zur Hautpflege bewährt sich meist ein Babypuder. Kosmetika, Cremes oder Salben sollen nur nach Verordnung durch den Arzt angewendet werden. Hautreizungen sind normalerweise nur gering ausgeprägt, stärkere Veränderungen oder gar z.B. „wunde Haut“ sind die Ausnahme. Bei Bestrahlung von behaarten Teilen der Haut kann es gelegentlich zu Haarausfall kommen.

## Jod-125 Seed-Implantation

Form der → **Brachytherapie (S. 3)** bei Prostatakrebs. In einer Operation werden strahlende Jod-Kapseln durch Hohlnadeln in die Prostata eingebracht (Spickung), verbleiben dort und geben ihre Strahlung an das Gewebe ab. Geeignet ist die Seed-Implantation nur für sehr frühe Formen des Prostatakrebses.

Durch gesetzliche Krankenkassen erfolgt im Regelfall keine Kostenübernahme für die ambulante Behandlung, laut wissenschaftlichen Gutachten liegen bislang keine Belege für eine Gleichwertigkeit oder gar Überlegenheit gegenüber externer Strahlentherapie vor.

(Quelle: IQWiG - Institut für Qualität und Wirtschaftlichkeit im Gesundheitswesen, 01/2007)

## Kollimator

Der Mehrlamellen-Kollimator (MLC) des Linearbeschleunigers formt die einzelnen Bestrahlungsfelder exakt und individuell. Er ersetzt die früher üblichen gegossenen Abschirmblöcke aus Blei. Damit wird erreicht, dass gesunde Organe in der Nachbarschaft des Zielgebietes aus dem Strahlengang ausgeblendet werden und nur eine geringere Strahlendosis erhalten. Die Positionierung der einzelnen Lamellen erfolgt mittels der → **3D-Bestrahlungsplanung (S. 4)** automatisch computergesteuert nach Vorgabe des Planungssystems. Bei der → **IMRT (S. 7)** bewegen sich die Lamellen während der Bestrahlung dynamisch.

## Mehrfelder-Bestrahlung

Die → **3D-Bestrahlungsplanung (S. 4)** ermöglicht es, zahlreiche Felder unterschiedlicher Einstrahlrichtung miteinander zu kombinieren, Mehrfelder-Bestrahlung genannt. Dies führt zu guter Schonung und Entlastung der gesunden Gewebe in der Umgebung des Zielgebiets. Weiterhin kann man sich dadurch erlauben, eine höhere Strahlendosis zu verabreichen. Die Verwendung mehrerer Bestrahlungsfelder zur Therapie eines Zielgebietes bedeutet nicht eine höhere Intensität der Bestrahlung, sondern vielmehr eine schonendere und effektivere Therapie.

## Linearbeschleuniger

Der Linearbeschleuniger ist ein so genannter Teilchenbeschleuniger, mit dem Photonen- und Elektronenstrahlen erzeugt werden. In einer Beschleunigungsröhre werden Elektronen auf nahezu Lichtgeschwindigkeit gebracht. Die hohe Dosisleistung der modernen Geräte ermöglicht im Vergleich mit den nicht mehr zeitgemäßen Kobalt-Bestrahlungsgeräten jeweils kurze Bestrahlungszeiten. Auch ist die Abgrenzung der Strahlenbündel schärfer und somit genauer. Mit dem universell einsetzbaren Linearbeschleuniger können nahezu alle für eine Strahlentherapie geeigneten bösartigen und gutartigen Erkrankungen behandelt werden.

## Neoadjuvante Therapie

Eine neoadjuvante Strahlentherapie wird meist mit gleichzeitiger Chemotherapie zur Vorbereitung einer späteren Operation durchgeführt. Damit kann ein zunächst nicht operabler Tumor so verkleinert werden, dass später eine Operation erfolgreich durchgeführt werden kann, oder die Chancen für eine weniger radikale Operation (manchmal z.B. ohne künstlichen Darmausgang) werden erhöht. In einigen Fällen sind die Heilungsaussichten im Ganzen durch diese Reihenfolge der Therapieschritte deutlich verbessert. Dieses Therapiekonzept kann z.B. bei Enddarm- und Speiseröhren-, Lungen- und Brustkrebs angewendet werden.

## Organerhaltung

Bei einigen Tumorerkrankungen sind je nach Stadium Heilung durch Strahlentherapie (ggf. mit Unterstützung zusätzlicher Chemotherapie) möglich, ohne dass das erkrankte Organ durch eine Operation entfernt werden muss. Oft kann durch eine Strahlentherapie bei Kehlkopfkrebs der Kehlkopf und damit die Sprache erhalten werden, bei Harnblasenkrebs eine radikale Operation vermieden sowie beim Prostatakarzinom die Prostataentfernung mit erhöhtem Harninkontinenzrisiko umgangen werden. Auch bei Gebärmutterhalskrebs (Zervixkarzinom) kann in etlichen Fällen eine Strahlentherapie die Operation ersetzen.

## Qualitätsmanagement (QM)

Durch ein Qualitätsmanagement sollen Verbesserungen im Alltagsbetrieb der Patientenbehandlung erzielt werden. Dabei werden durch Standardisierung und kontinuierliche Optimierung von Abläufen transparente, nachvollziehbare Regeln definiert und auf deren Einhaltung in der täglichen Routine geachtet. Zur Steigerung der Patientenzufriedenheit führen wir weiterhin regelmäßig Umfragen zur Erfassung von möglichen Verbesserungen durch. Unsere Praxis ist nach ISO 9001 durch den TÜV zertifiziert und muss zur Erhaltung dieser Qualifikation regelmäßige Prüfungen absolvieren und bestehen.

## Protonen-/Schwerionen-Bestrahlung

Strahlentherapie mit Protonen oder Schwerionen wird momentan nur an sehr wenigen Zentren durchgeführt. Es handelt sich derzeit um ein experimentelles Verfahren. Bewiesene Behandlungsindikationen bestehen bislang nur für gewisse Melanome der Aderhaut und der Iris des Auges sowie für einige sehr bösartige Tumoren der Schädelbasis (Chordome und Chondrosarkome). Für alle anderen Erkrankungen muss sich durch wissenschaftliche Studien an Universitätskliniken in den nächsten 10 bis 15 Jahren erst zeigen, ob und für welche Erkrankungen diese Therapie Vorteile bringt.

## Radio-Chemotherapie

Eine Chemotherapie kann bei vielen Erkrankungen gemeinsam mit der Strahlentherapie eingesetzt werden und hilft dabei die Effektivität der Strahlentherapie zu erhöhen. Bei vielen Tumorarten ist die Kombination aus Strahlen- und Chemotherapie wirksamer als getrennte oder nacheinander durchgeführte Therapien sind. Durch zeitliche Abstimmung können die Tumorzellen für die Bestrahlung empfindlicher gemacht werden (sog. „Chemo-Sensibilisierung“). Typische Einsatzgebiete sind Tumorerkrankungen von Enddarm, After, Speiseröhre, Lungen, Kopf-/Hals-Region, Harnblase und Gebärmutterhals.

# Stereotaktische Bestrahlung

Bei dieser Hoch-Präzisions-Bestrahlung wird der zu behandelnde Körperbereich mit besonderen Vorrichtungen unter Verwendung eines dreidimensionalen Koordinatensystems fixiert. Dadurch wird die Position im Raum in allen 3 Achsen exakt definiert. Die Bestrahlungen erfolgen zur besseren Schonung der gesunden Gewebe fraktioniert, also in mehreren Sitzungen. Besonders bei manchen Tumoren in Gehirn oder Gesicht, aber auch bei manchen Formen des Prostatakrebses kann dieses Verfahren angewendet werden. Mittels Stereotaxie am → **Linearbeschleuniger (S. 8)** lassen sich Bestrahlungen wie mit den Geräten „Gamma-Knife“ oder „Cyber-Knife“ durchführen.

# Untersuchungen

Vor Beginn der Strahlentherapie sind verschiedene Untersuchungen erforderlich, um notwendige Informationen über die Erkrankung zu erhalten. Nur so kann eine individuelle und stadiengerechte Therapie erfolgen. Eine histologische Gewebeuntersuchung bildet meist die Grundlage für weitere Entscheidungen. Darüber hinaus sind radiologische Untersuchungen wie CT, MRT, Röntgen, Ultraschall oder Szintigraphie/PET erforderlich, zusätzliche Blutuntersuchungen leisten oft zur Vervollständigung der Informationen einen wichtigen Beitrag. Ein Bestrahlungsplanungs-CT ist fast immer zusätzlich notwendig.

# Tumorkonferenz

Experten der einzelnen Fachrichtungen der Tumorheilkunde treffen regelmäßig in der sog. Tumorkonferenz zusammen. Neben Vertretern der Strahlentherapie, internistischen Onkologie und operativen Disziplinen sind meist noch Ärzte der Pathologie und Radiologie vertreten. Dabei werden gemeinsam für Patienten, an deren Behandlung mehrere Fachdisziplinen beteiligt sind, Details besprochen und Behandlungskonzepte festgelegt. Dadurch können nach dem aktuellen Stand der Wissenschaft Strahlentherapie, Chemotherapie und Operationen für den einzelnen Patienten optimal aufeinander abgestimmt werden.

# Vakuum-Matte

In manchen Fällen wird eine Vakuum-Matte angefertigt, um die exakte Positionierung des Patienten auf dem Bestrahlungstisch zu optimieren. Aus einem mit Schaumstoffkügelchen gefüllten Kunststoffsack, auf dem der Patient gelagert ist, wird die Luft herausgepumpt. Dabei schmiegt sich diese Matte eng an die Körperkontur und nimmt eine feste Form an. Als Resultat bleibt eine individuell geformte Unterlage, in der der Patient bei den Bestrahlungen reproduzierbar stabil und auch sehr bequem liegt. Das kann z. B. bei der → **Stereotaktischen Bestrahlung (S. 12)** von Prostatakrebs oder Tumoren im Bauchraum erforderlich werden.

## Wirksamkeit (biologische, relative)

Die alleinige Angabe einer Strahlendosis ist noch nicht aussagekräftig. Es muss die Anzahl der Bestrahlungssitzungen sowie die Höhe der täglichen Einzeldosis ebenso berücksichtigt werden wie die Art der verwendeten Strahlung (Elektronen-, Röntgen-, Neutronen-, Photonenstrahlen). Das Konzept der „relativen biologischen Wirksamkeit“ berücksichtigt die unterschiedliche biologische Wirkung einer Strahlung am bestrahlten Gewebe. Eine Umrechnung zwischen unterschiedlichen Gegebenheiten ist mittels eines Wichtungsfaktors möglich.



## Zielvolumen

Das Zielvolumen umfasst das zu bestrahlende Gebiet. Es werden sichtbare sowie unsichtbare, mutmaßliche Tumoranteile mit eingeschlossen. Zusätzlich werden noch Sicherheitssäume hinzugerechnet, um Differenzen aus geringen Bewegungen von inneren Organen sowie des Patienten ausreichend zu berücksichtigen. Die Weite dieser Sicherheitssäume richtet sich nach den individuell vorliegenden Gegebenheiten und kann im Verlauf einer Strahlentherapie angepasst bzw. schrittweise reduziert werden, um so das Bestrahlungsvolumen zu verkleinern.

Benutzer eines Navigationssystems geben als Zieladresse Hohe Str. 31, 44137 Dortmund ein.

