

# Aktuelle Bedeutung der dermatologischen Röntgentherapie\*

## Current Relevance of Dermatological Radiation Therapy

### Autor

B. Eberlein

### Institut

Klinik und Poliklinik für Dermatologie und Allergologie  
am Biederstein, Technische Universität München

### Bibliografie

DOI <https://doi.org/10.1055/s-0043-111508> |

Akt Dermatol 2017; 43: 305–311

© Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York

ISSN 0340-2541

### Korrespondenzadresse

Prof. Dr. Bernadette Eberlein, Klinik und Poliklinik für  
Dermatologie und Allergologie am Biederstein,  
Technische Universität München, Biedersteiner Str. 29,  
80802 München  
[bernadette.eberlein@tum.de](mailto:bernadette.eberlein@tum.de)

### ZUSAMMENFASSUNG

Die dermatologische Röntgentherapie hat mit neuen Geräten wieder eine langfristige Perspektive. Auch deshalb ist es wichtig, diejenigen Indikationen für eine Röntgentherapie im Bereich der Dermatologie und deren Stellenwert im therapeutischen Kanon herauszustellen. Die Therapie kann vom spezialisierten Dermatologen eingesetzt werden bei gutartigen Hauterkrankungen wie Keloiden (v. a. postoperativ), in den frühen Stadien des M. Dupuytren, des M. Ledderhose und der Induratio penis plastica. Bei den Präkanzerosen werden sehr gute Erfolgsraten bei der Lentigo maligna erreicht, wobei die Therapie bei älteren Patienten auch als Primärtherapie eingesetzt werden kann. Eine Strahlentherapie für Basalzellkarzinome, Plattenepithelkarzinome und Lentigo-maligna-Melanome kommt dann infrage,

wenn lokal nicht in sano resezierbare Tumoren vorliegen, Patienten inoperabel sind oder eine Einwilligung zur Operation nicht gegeben wird. Sowohl die Mycosis fungoides wie auch das Kaposi-Sarkom sind strahlungssensible Tumoren, bei denen die Radiotherapie primär oder adjuvant zur Lokalkontrolle erfolgreich einsetzbar ist. Aufgrund dieser Einsatzmöglichkeiten werden Kenntnisse im Bereich der dermatologischen Röntgenweichstrahltherapie vermittelt, um Patienten diese erfolgreichen Behandlungen bei entsprechender Indikation anbieten zu können.

### ABSTRACT

Dermatological radiation therapy now has a long-term perspective due to new acquirable equipment. This is why it is important to underline the importance of indications for a radiation therapy and its significance in the therapeutic canon. The therapy can be used by a specialised dermatologist for benign skin diseases such as keloids (especially after surgery), in early stages of M. Dupuytren, M. Ledderhose and Induratio penis plastica. Very good results are achieved for precancerous lesions such as Lentigo maligna by using this therapy primarily for elderly patients. A radiation therapy for basal cell carcinomas, squamous cell carcinomas, and Lentigo maligna melanomas is worth considering, if tumours cannot locally be excised in sano, patients are inoperable or do not give their consent for surgery. Mycosis fungoides and Kaposi's sarcoma are very radiosensitive tumours, which can successfully be treated primarily or adjuvant for local control by radiotherapy. Based on these possible applications knowledge in the field of dermatological X-ray therapy is given in order to offer patients with relevant indications these successful treatments.

## Einleitung

Während sich noch in den 1950er-Jahren Lehrbücher [1] umfangreich mit der Röntgentherapie verschiedener Hauterkrankungen beschäftigten und in den 1970er-Jahren noch in der Weiterbildungsordnung zum Facharzt eine halbjährliche Beschäftigung mit dem Gebiet der Dermatoröntgentherapie vorgeschrieben war [2], hat sich in den darauffolgenden Jahrzehnten die Bedeutung dieser Therapieform deutlich verringert.

Dies lag zu einem Teil auch daran, dass es immer schwieriger geworden war, die älteren Therapiegeräte (z. B. Dermopan ► **Abb. 1**, Müller RT) zu warten und Ersatzteile dafür zu beschaffen. In der Folge wurden viele Geräte sowohl in Praxen als auch in Universitätskliniken nicht mehr betrieben und abgeschafft. In den letzten Jahren sind allerdings wieder neue Geräte, z. B. Xstrahl100 (► **Abb. 2**), Womed T-105 oder SRT-100 Quotation, auf den Markt gekommen sowie aktuelle Bücher und Leitlinien zum Thema erschienen, sodass die dermatologische Röntgentherapie wieder eine sinnvolle Ergänzung in der Therapie bestimmter gut- und bösartiger Erkrankungen im

\* Herrn Prof. Dr. med. Dr. h. c. mult. Braun-Falco zum 95. Geburtstag gewidmet



► **Abb. 1** Siemens Dermopan 2-Röntgenweichstrahltherapiegerät an der Klinik und Poliklinik für Dermatologie und Allergologie am Biederstein, Technische Universität München.



► **Abb. 2** Xstrahl100-Röntgentherapie-System an der Klinik und Poliklinik für Dermatologie und Allergologie am Biederstein, Technische Universität München.

Fachbereich der Dermatologie darstellt [3–10]. Dies könnte der Röntgentherapie in der Dermatologie eine Renaissance beschern. Daher ist es zeitgerecht, mit einer kurzen Übersicht die aktuellen Möglichkeiten und Indikationen der Röntgentherapie in der Dermatologie darzustellen und ihre Bedeutung bei den Dermatologen in Erinnerung zu rufen.

## Physikalische Grundlagen

Als Röntgenstrahlen werden elektromagnetische Wellen mit Energien zwischen 5 keV und einigen hundert keV mit Wellenlängen zwischen 0,25 nm bis weniger als 1 pm bezeichnet. In Abhängigkeit von der Wellenlänge, Frequenz und Energie unterscheidet man verschiedene Bereiche der Röntgenstrahlung. Die im Bereich der Dermatologie am häufigsten angewandte weiche Strahlung hat eine Wellenlänge zwischen 20 und 60 pm und Energien zwischen ca. 20 und 60 keV (Röntgenweichstrahltherapie). In einer Röntgenröhre werden Elektronen mithilfe einer Kathode produziert und in einem starken elektrischen Feld beschleunigt. Sie treffen auf die Anode auf, in der sie stark abgebremst werden. Dabei entstehen die charakteristische Röntgenstrahlung, die sogenannte Bremsstrahlung und Wärme. Da in der Dermatoröntgentherapie sehr wenig durchdringende Strahlung benötigt wird, ist in der Röhrenwand ein Austrittsfenster angebracht (meist dünne Berylliumscheibe), das die Strahlung nur geringfügig schwächt (Eigenfilterung der Röhre). Die Gesamtheit der auf die Anode zufliegenden Elektronen stellt den Röhrenstrom dar (einige mA). Für die Dermatoröntgentherapie werden hauptsächlich Röhrenspannungen bis zu 50 kV, für bestimmte Anwendungen bis 100 kV verwendet. Durch den Einsatz von Zusatzfiltern kann die Strahlenqualität für die jeweilige Anwendung modifiziert werden [2].

## Strahlenbiologie

Bei den genannten gutartigen Erkrankungen werden proliferierende Fibroblasten und Myofibroblasten als radiosensitive Zellen angesehen. Darüber hinaus interferiert die Strahlung mit der Freisetzung und Wirkung von Wachstumsfaktoren (v. a. PGDF und TGF-beta) [11].

Besonders in der Therapie von Tumoren werden die „5 Rs“ der Radiobiologie als wichtige Faktoren angesehen: „repair“, „repopulation“, „reassortment“, „reoxygenation“ und „intrinsic radiosensitivity“. Die Reparatur von durch ionisierende Strahlung entstehenden DNA-Doppelstrangbrüchen tritt bei einer Fraktionierung der Gesamtdosis auf und beeinflusst die Effektivität der Behandlung. Die Repopulation von gesunden Zellen führt zur Regeneration des gesunden Gewebes. Durch das „Reassortment“ (Umverteilung) im Zellzyklus von sich rasch teilenden Tumorzellen steigt die Wahrscheinlichkeit, Zellen in den strahlensensibleren G<sub>2</sub>- und M-Phasen zu treffen. Sterben nach der Bestrahlung die gut oxygenierten, strahlensensibleren Tumorzellen ab, wird die Sauerstoffversorgung für die übriggebliebenen Zellen besser („reoxygenation“). Diese können nun mit der nächsten Strahlungsfraktion besser abgetötet werden. Kutane Hauttumoren haben eine unterschiedliche intrinsische Radiosensitivität, die auf dem unterschied-

lichen Ausmaß und der Möglichkeit der Tumorzellapoptose beruht [12].

## Gutartige Hauterkrankungen und Fibromatosen

### Keloide

Eine Radiatio ist üblicherweise nur bei einem Rezidiv und möglichst nach kompletter chirurgischer Exzision des Keloids indiziert. Die Bestrahlung sollte innerhalb von 24 Stunden (spätestens nach 72 Stunden) nach dem chirurgischen Eingriff erfolgen. Empfohlen wird eine Gesamtdosis von 12Gy in 3 bis 4 Fraktionen täglich oder alle zwei Tage [5, 11].

Bei großen retrospektiven Studien konnte mittels der postoperativen Bestrahlung von Keloiden eine Rezidivfreiheit nach 12–24 Monaten von 79 bis 92% erreicht werden [5].

### M. Dupuytren

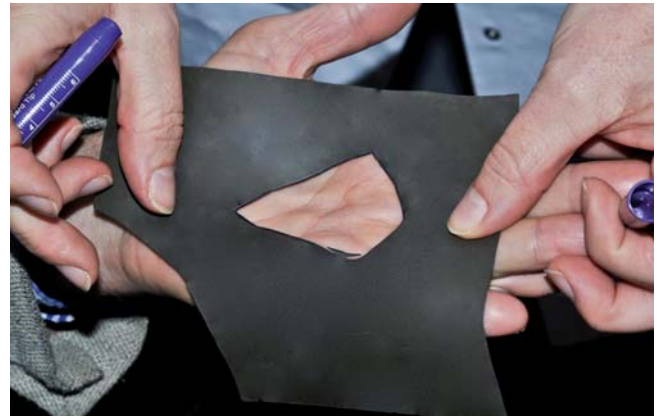
Da in den frühen Stadien des M. Dupuytren die Proliferation von radiosensitiven Fibroblasten und Myofibroblasten vorherrscht, kann insbesondere in den Stadien N (Knoten und Stränge ohne Kontraktur) und N/I (beginnende Kontraktur mit Winkeldefizit zwischen 1° und 5°), aber auch noch im Stadium I (Winkeldefizit zwischen 6° und 45°) mittels der Röntgenweichstrahltherapie eine Stabilisierung oder sogar ein leichter Rückgang der Erkrankung erreicht werden [11]. Neben dem Vorliegen eines frühen Stadiums ist die aktuelle Aktivität der Erkrankung anamnestisch zu erfragen, um die Indikation zur Röntgenweichstrahltherapie zu stellen. Nicht sinnvoll ist die Behandlung im Frühstadium ohne nachgewiesenen Progress, in der Inaktivitätsphase bei eingetretenem Krankheitsstillstand über Jahre hinweg und ab einem Winkeldefizit von >30°. Eine postoperative Behandlung könnte ebenfalls Sinn machen, allerdings liegen hier keine Daten vor [5].

Für die Bestrahlung (► **Abb. 3**) kann Röntgenweichstrahltherapie (50kV) mit Zusatzfiltern, Orthovolttechnik (mindestens 100–125kV) oder Elektronen (4–6MeV) eingesetzt werden. Es gibt verschiedene Dosierungskonzepte, wobei die Kumulativdosen meist zwischen 30 und 32 Gy liegen bei Einzeldosen zwischen 3 und 4 Gy mit Intervallen bis zu 8 Wochen [5, 13].

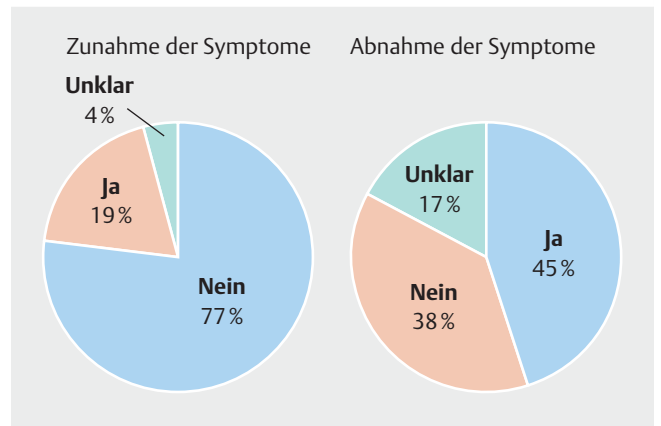
In den frühen Krankheitsstadien fand sich eine Regression der Symptome im Mittel von 40% (Spannweite 10–85%) bzw. das Fehlen einer Progression im Mittel von 81% (Spannweite 50 bis 100%) mit einer Rückfallrate von 12 bis 31% nach einer Nachbeobachtungszeit von mehr als 4 Jahren. Diese Ergebnisse sind deutlich besser als bei unbehandelten Patienten (ca. 50% Progression nach einer Nachbeobachtung von 5–6 Jahren) [13–15] (► **Abb. 4**).

### M. Ledderhose

Da dem M. Ledderhose ähnliche Ursachen wie dem M. Dupuytren zugrunde liegen, wird diese Erkrankung in ähnlicher Weise therapiert. Eine Indikation zur Röntgenweichstrahltherapie besteht bei eindeutig zunehmender Symptomatik (Vergößerung von Knoten, Schmerzen) sowohl primär als auch sekundär nach



► **Abb. 3** Anlegen der Bleischablone mit nachfolgendem Einzeichnen des Bestrahlungsfelds bei M. Dupuytren.



► **Abb. 4** Symptomveränderung nach Röntgenweichstrahltherapie des M. Dupuytren. Ergebnisse einer retrospektiven Fragebogen-gestützten Analyse an 206 Patienten [14].

Operation. Mit der Röntgenweichstrahltherapie (► **Abb. 5**) kann man eine Reduktion und ein Weicherwerden der Knoten, eine Hemmung der begleitenden Entzündung sowie eine Reduktion der Schmerzen erreichen. Damit kann die Gehfähigkeit verbessert und erhalten werden. Mit Strahlungsschemata, die wie bei M. Dupuytren angewandt werden, kann man zu einem hohen Anteil eine Rückbildung der Knoten (bis zu 50%) und eine Rückbildung der Symptome (bis zu 90%) erreichen [5].

### Induratio penis plastica (M. Peyronie)

Zu den Fibromatosen gehört auch die Induratio penis plastica bei Männern, eine strang- oder knotenförmige Verhärtung der Tunica des Penis, die bei Erektion zu schmerzhaften Deviationen führen und die Kohabitationsfähigkeit beeinträchtigen kann.

Eine Indikation für die Strahlentherapie besteht bei schmerzhaften, lokalisierten Plaques, wobei frühere Stadien mit weichen Plaques wahrscheinlich erfolgreicher behandelt werden als spätere verkalkte Plaques.

Ähnlich wie bei den anderen Fibromatosen können verschiedene Strahlungsquellen eingesetzt werden, wobei Pubisregion,



► **Abb. 5** Eingezeichnetes Strahlungsfeld bei M. Ledderhose.



► **Abb. 6** Bestrahlung bei Induratio penis plastica.

Eichel und Skrotum durch entsprechende Bleiabdeckungen geschont werden sollen (► **Abb. 6**).

Bei 50 bis 90% der Patienten kommt es vor allem zu einer deutlichen Schmerzlinderung durch die Strahlentherapie, bei 30 bis 70% findet sich zusätzlich eine Verbesserung der Penisdeviation. Ebenso kann eine gewisse Erweichung der indurierten Herde erreicht werden. Leider fehlen randomisierte Studiendaten [5, 16, 17].

## Präkanzerosen und bösartige Geschwulste

Grundsätzlich ist bei diesen Erkrankungen vor einer Bestrahlung ein histologischer Befund zu erheben.

### Aktinische Keratosen, Morbus Bowen und Lentigo maligna

Eine Radiotherapie präkanzeröser Läsionen wie aktinischer Keratosen und Morbus Bowen kommt angesichts der zahlreichen anderen erfolgreichen Therapiemöglichkeiten (chirurgische Entfernung, Kryotherapie, fotodynamische Therapie, topische Therapien u. a.) überwiegend für ältere Patienten infrage, die solche Therapien ablehnen.

Aktinische Keratosen und Morbus Bowen werden mit einer Gesamtdosis von 20 bis 28 Gy mit Einzeldosen von 4 bis 8 Gy einmal oder zweimal pro Woche mit 12–20 kV behandelt. Die Erfolgsraten liegen zwischen 89 und 100% [18].

Eine Indikation zur Röntgenweichstrahltherapie der Lentigo maligna als In-situ-Melanom ergibt sich insbesondere, wenn ältere Patienten die chirurgische Entfernung ablehnen, große Areale betroffen sind oder die Nähe zu Augen, Ohren und Nase ein schlechtes funktionelles oder kosmetisches Ergebnis nach operativer Entfernung erwarten lassen. Ein Sicherheitsabstand von mindestens 1 cm sollte eingehalten werden.

Für die Röntgenweichstrahltherapie der Lentigo maligna werden Gesamtdosen von 100 bis 120 Gy eingesetzt mit Einzeldosen von 5 bis 10 Gy (gefilterte Grenzstrahlen mit 14,5 kV, Filter 1,0 mm Cellon) im Abstand von 2 bis 7 Tagen.

Die Röntgenweichstrahltherapie kann aufgrund der sehr guten kosmetischen Ergebnisse mit Erfolgsraten von 95 bis 100% sogar bei älteren Patienten als Primärtherapie eingesetzt werden [19].

### Basalzellkarzinom

Patienten mit Basalzellkarzinomen soll die operative Therapie mit histologischer Kontrolle der vollständigen Resektion im Gesunden als Therapie der ersten Wahl angeboten werden. Eine Strahlentherapie für Basalzellkarzinome kommt dann in-



► **Abb. 7** Röntgenweichstrahltherapie eines Basalzellkarzinoms (a) vor Bestrahlung (mit eingezeichnetem Strahlungsfeld), (b) Befund 4 Monate nach der Bestrahlung.

frage, wenn lokal nicht in sano resezierbare Tumore vorliegen, Patienten inoperabel sind oder eine Einwilligung zur Operation nicht gegeben wird. Auch bei sehr alten oder multimorbiden Patienten mit asymptomatischen oder mit niedrigem Risiko verbundenen Basalzellkarzinomen, bei denen aggressive Therapieansätze nicht mehr angemessen sind, kann eine Radiotherapie durchgeführt werden (► **Abb. 7**). Beim Basalzellkarzinom-Syndrom (Gorlin-Goltz-Syndrom) besteht eine Kontraindikation zur Strahlentherapie [6].

Bei der Röntgenweichstrahltherapie von Basalzellkarzinomen sollte die Gewebebehaltstiefe (GHWT) der Tiefenausdehnung des Tumors entsprechen. Ein Sicherheitsabstand von 0,5 cm bis 1 cm ist einzuzeichnen und wird mitbestrahlt. Die Einzeldosis beträgt 3 bis 5 Gy mit Intervallen von 1 bis 2 Tagen und einer Gesamtdosis von 60 Gy (bis 100 Gy). Im Laufe der Dermatoröntgentherapie entstehen hier Rötungen und Erosivreaktionen (Radiodermatitis 1. und 2. Grades), die therapeutisch erwünscht und sogar bei der Dosisbemessung richtungsgibend sein können.

Eine alleinige Strahlentherapie des Basalzellkarzinoms führt in den meisten Studien zu einer über 90% langfristigen Heilung ohne Rezidive [19].

### Plattenepithelkarzinom der Haut

Die Therapie der ersten Wahl für das Plattenepithelkarzinom der Haut ist die vollständige chirurgische Exzision mit topografisch zugeordneter histologischer Kontrolle der Schnittländer. Bei lokal nicht in sano resezierbaren Tumoren oder inoperablen Patienten sollte die Strahlentherapie als Behandlungsmethode durchgeführt werden, allerdings sollten insbesondere Plattenepithelkarzinome an Ohr, Lippe oder Nasenspitze primär nicht bestrahlt, sondern einer chirurgischen Therapie zugeführt wer-

den. Wenn chirurgisch ein ungünstiges ästhetisches Resultat zu erwarten ist, bleibt die primäre Indikationsstellung zur Strahlentherapie abzuwägen. Auch eine Strahlenbehandlung bei Karzinomen auf vorgeschädigter Haut und bei immunsupprimierten Patienten ist kritisch zu bewerten [7]. Zumindest sollte den besonderen Gegebenheiten durch niedrigere Einzeldosen und höhere Fraktionierung Rechnung getragen werden [2].

Üblicherweise werden hier ebenfalls Einzeldosen von 5 Gy mit Intervallen von 1 bis 2 Tagen verwendet, wobei die Gesamtdosis mit 80 bis 100 Gy meist höher als bei Basalzellkarzinomen gewählt wird. Auch hier sollte die Gewebebehaltstiefe der Tiefenausdehnung des Plattenepithelkarzinoms entsprechen.

Die Erfolgsrate der Röntgenweichstrahltherapie lag in verschiedenen Studien insbesondere bei kleineren Tumoren meist um die 90%, allerdings stiegen die Rezidivraten mit der Größe und dem Tumorstadium stark an [19].

### Lentigo-maligna-Melanom

Eine alleinige Röntgenbestrahlung von malignen Melanomen wurde wegen der relativen Strahlungsunempfindlichkeit des Tumors bereits in den 1970er-Jahren verlassen [2].

Eine Ausnahme bildet das Lentigo-maligna-Melanom. Hier sollte die Röntgenweichstrahltherapie von Primärtumoren in den Fällen eingesetzt werden, die aufgrund von Ausdehnung, Lage und/oder Alter des Patienten für eine operative Therapie nicht geeignet sind oder bei denen der Patient einen operativen Eingriff ablehnt (► **Abb. 8**). Neben der klinisch sichtbaren Läsion sollte ein Areal mit einem Sicherheitsabstand von 1 cm mitbehandelt werden. Auch bei inoperablen R1- oder R2-resezierten Primärtumoren kann eine Radiotherapie mit dem Ziel der lokalen Tumorkontrolle eingesetzt werden.



► **Abb. 8** Röntgenweichstrahltherapie eines Lentigo-maligna-Melanoms (a) vor Bestrahlung (mit eingezeichnetem Strahlungsfeld), (b) 2 Monate nach Beginn der Bestrahlung (mit akuter Radio-dermatitis).

Eingesetzt wurden unterschiedlich fraktionierte Strahlungsprotokolle mit Dosierung von  $7 \times 6$  Gy,  $10 \times 4,5$  Gy bis  $10 \times 10$  Gy mittels Grenzstrahl-, Weichstrahl- oder Orthovolttherapie (15–175 kV).

Mit diesen Methoden lässt sich eine langfristige Rezidivfreiheit nach Radiotherapie des Lentigo-maligna-Melanoms von etwa 85 bis 95% erreichen [8].

### Mycosis fungoides und lokalisiertes kutanes B-Zell-Lymphom

Die Strahlenempfindlichkeit der Mycosis fungoides ist sehr hoch. Daher wird zur Primärtherapie bei Einzelläsionen im Stadium IA der Mycosis fungoides und/oder der pagetoiden Retikulose neben dem Einsatz von topischen Steroiden der Klasse III-IV und PUVA bzw. 311-nm-Fototherapie die lokale Radiotherapie (Röntgenweichstrahlen oder schnelle Elektronen) mit  $\geq 30$  Gy (2–3 Gy Einzeldosis 2 bis  $3 \times$  pro Woche) empfohlen [2,

9]. Allerdings sollte die Röntgentherapie aufgrund nicht selten auftretender zunehmender Strahlenresistenz der Hauterkrankung erst dann angewandt werden, wenn mit örtlich-konservativen Therapien kein ausreichender Erfolg mehr erzielbar ist [2]. Auch in späteren Stadien wird diese Therapie für Tumoren in Kombination mit Systemtherapien (u.a. Bexaroten, INF- $\alpha$ ) empfohlen.

In 90 bis 100% der Fälle führt die Röntgenweichstrahltherapie bei lokal begrenztem kutanen T-Zell-Lymphom zur dauerhaften Lokalkontrolle [9, 20] (► **Abb. 9**).

Auch bei kutanem B-Zell-Lymphom ohne sonstige Manifestation ist die Röntgenweichstrahltherapie (6 bis  $10 \times 2$  Gy; 30–50 kV, 2-mal wöchentlich) eine geeignete Therapie [9].

### Kaposi-Sarkom

Das Kaposi-Sarkom ist ein relativ strahlensensibler Tumor, sodass für das klassische wie auch das iatrogen durch Immunsuppression induzierte Kaposi-Sarkom meist lokale Strahlentherapien (Röntgenweichstrahltherapie, schnelle Elektronen, Kobalt-Bestrahlung) sowie lokale Chemo- und Immuntherapien ausreichend sind. Für das HIV-assoziierte Kaposi-Sarkom kann es adjuvant als palliativer Ansatz gewählt werden. Oberflächliche Sarkome werden mit einem Sicherheitsabstand von 0,5 bis 1 cm (evtl. auch 2 cm) mit Röntgenweichstrahltherapie in Einzeldosen von 4 bis 8 Gy, Gesamtdosis 20–32 Gy fraktioniert ( $3 \times$  pro Woche) bestrahlt [10]. Andere Autoren wandten eine Kumulativdosis von 30 Gy in 10 Fraktionen über 2 Wochen an. Es zeigte sich, dass mehr als 90% der Läsionen auf die Radiotherapie ansprachen mit einer Komplettremission in etwa 70% [21].

### Nebenwirkungen

Bei den Nebenwirkungen unterscheidet man akute von chronischen Nebenwirkungen. Die akute Radiodermatitis, die während oder bis zu 90 Tage nach Beginn der Therapie mit zunehmender Dosis auftritt, umfasst trockene Haut, Haarverlust, Erytheme, Schuppung, Hyperpigmentierungen, Erosionen und/



► **Abb. 9** Röntgenweichstrahltherapie einer Einzelläsion bei Mycosis fungoides (a) vor Bestrahlung (mit eingezeichnetem zweiteiligem Strahlungsfeld), (b) 6 Monate nach Beginn der Bestrahlung.

oder Ulzerationen (► **Abb. 8b**). Depigmentierungen und Teleangieektasien treten häufig Monate und Jahre nach der Bestrahlung auf, weniger häufig Hyperpigmentierungen, eingesunkene Narben und diffuse Erytheme. Ein permanenter Haarverlust kann bereits bei Einzeldosen über 10 Gy auftreten. Radiogene Ulzera sind eher selten und treten häufiger nach hohen Dosen bei Tumorbestrahlung, bei größeren Behandlungsfeldern, bei älteren Patienten und härteren Röntgenstrahlen an bestimmten Lokalisationen auf. Das karzinogene Risiko bei Bestrahlung von gutartigen Hauterkrankungen ist äußerst gering. Die Inzidenz nach Bestrahlung von Hauttumoren in sonnenexponierten Arealen beträgt 2% für Basalzellkarzinome und 1,5% für Plattenepithelkarzinome mehr als 10 Jahre nach Bestrahlung [22, 23].

## Strahlenschutz und Weiterbildung

Die Einrichtung einer Abteilung für dermatologische Röntgentherapie erfordert neben der Anschaffung eines entsprechenden Geräts für die Röntgenweichstrahltherapie bestimmte bauliche Gegebenheiten (Bleischutzwände etc.), um den Anforderungen des Strahlenschutzes gerecht zu werden. Zum Schutz des Patienten sind Bleiabdeckungen in verschiedener Ausführung notwendig. Darüber hinaus ist Voraussetzung zum Sachkundeerwerb bei der Behandlung von Menschen mit Röntgenstrahlen und damit für die selbstständige Anwendung der dermatologischen Röntgenweichstrahltherapie die 12-monatige praktische Erfahrung unter Anleitung, Aufsicht und Verantwortung eines fachkundigen Arztes sowie die erfolgreiche Teilnahme an entsprechenden Spezialkursen im Strahlenschutz.

### Interessenkonflikt

Die Autorin gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

### Literatur

- [1] Marchionini A, Schirren CG, Hrsg. Strahlentherapie von Hautkrankheiten. Berlin: Springer; 1959
- [2] Braun-Falco O, Lukacs S, Hrsg. Dermatologische Röntgentherapie: Ein Leitfaden für die Praxis. Berlin: Springer; 1973
- [3] Panizzon RG, Seegenschmiedt MH, eds. Radiation treatment and radiation reactions in dermatology. Berlin: Springer; 2015
- [4] Cognetta AB Jr, Mendenhall WM Eds. Radiation therapy for skin cancer. Berlin, Heidelberg, New York: Springer; 2013
- [5] Micke O, Mücke R, Seegenschmiedt MH. Leitlinien in der Strahlentherapie. Strahlentherapie gutartiger Erkrankungen. Fachgruppenspezifische evidenzbasierte S2e-Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Radioonkologie (DEGRO). Version 1.0 vom 14. 11. 2013. [www.degro.org/dav/html/leitlinien/GutartigeErkrankungen.pdf](http://www.degro.org/dav/html/leitlinien/GutartigeErkrankungen.pdf)
- [6] Hauschild A, Breuniger H, Kaufmann R et al. Kurzleitlinie – Basalzellkarzinom der Haut. (Update 2012)
- [7] Breuniger H, Eigentler T, Bootz F et al. Kurzleitlinie – Plattenepithelkarzinom der Haut. (Update 2012)
- [8] Leitlinienprogramm Onkologie (Deutsche Krebsgesellschaft, Deutsche Krebshilfe, AWMF): Diagnostik, Therapie und Nachsorge des Melanoms. Langversion 2.0, 2016, AWMF Registernummer: 032/0240L. <http://leitlinienprogramm-onkologie.de/Melanom.65.0.html>
- [9] Stadler R, Assaf C, Klemke CD et al. S2k – Kurzleitlinie – Kutane Lymphome. (ICD10 C82 – C86) Update 2012
- [10] Vogt T, Brockmeyer N, Kutzner H, Schöfer H. S1 – Kurzleitlinie – Angiosarkom der Haut und Kaposi-Sarkom. (Update 2012)
- [11] Seegenschmiedt MH, Panizzon RG. Radiation therapy of non-malignant skin disorders. In: Panizzon RG, Seegenschmiedt MH Eds. Radiation treatment and radiation reactions in dermatology. Berlin: Springer; 2015: 43–71
- [12] Rogers SJ, Bodis SB. Radiobiology of the skin. In: Panizzon RG, Seegenschmiedt MH, eds. Radiation treatment and radiation reactions in dermatology. Berlin: Springer; 2015: 31–41
- [13] Eberlein B, Biedermann T. To remember: Radiotherapy – a successful treatment for early Dupuytren’s disease. *J Eur Acad Dermatol Venereol* 2016; 30: 1694–1699
- [14] Anzender T. Röntgenweichstrahltherapie bei benignen Dermatofibrosen – Fragebogen-gestützte Nachuntersuchung bei Morbus Dupuytren und Induratio penis plastica. Dissertation an der Technischen Universität München 2011. <https://mediatum.ub.tum.de/doc/1071750/document.pdf>
- [15] Zirbs M, Anzender T, Bruckbauer H et al. Radiotherapy with soft X-rays in Dupuytren’s Disease – successful, well-tolerated and satisfying. *JEADV* 2015; 29: 904–911
- [16] Gutermuth J, Anzender T, Bruckbauer H et al. Radiotherapy is safe, clinically effective and well accepted by patients with Morbus Peyronie. Vortrag auf der 24. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Andrologie gemeinsam mit dem 7. Europäischen Kongress für Andrologie 28. November bis 1. Dezember 2012 Berlin
- [17] Vogt HJ. Strahlentherapie fibrosierender Hauterkrankungen. In: Peter RU, Plewig G Eds. Strahlentherapie dermatologischer Erkrankungen. Berlin: Blackwell; 1996: 143–160
- [18] Lautenschlager S. Treatment of precancerous lesions. In: Panizzon RG, Seegenschmiedt MH Eds. Radiation treatment and radiation reactions in dermatology. Berlin: Springer; 2015: 119–131
- [19] Meder SM. Röntgenweichstrahltherapie von Basaliomen und Spinaliomen – Therapieerfolg und kosmetische Ergebnisse. Dissertation an der Technischen Universität München 2013. <https://mediatum.ub.tum.de/doc/1092956/1092956.pdf>
- [20] Verma KK, Parida DK. Radiation treatment of cutaneous T-cell lymphomas: Indian Experience. In: Panizzon RG, Seegenschmiedt MH, eds. Radiation treatment and radiation reactions in dermatology. Berlin: Springer; 2015: 143–155
- [21] Caccialanza M, Piccinno R. Radiotherapy of Kaposi’s Sarcoma. In: Panizzon RG, Seegenschmiedt MH, eds. Radiation treatment and radiation reactions in dermatology. Berlin: Springer; 2015: 133–142
- [22] Suter L. Side effects of radiation treatment. In: Panizzon RG, Seegenschmiedt MH, eds. Radiation treatment and radiation reactions in dermatology. Berlin: Springer; 2015: 173–184
- [23] Landthaler M, Hagspiel HJ, Braun-Falco O. Late irradiation damage to the skin caused by soft X-ray radiation therapy of cutaneous tumors. *Arch Dermatol* 1995; 131: 182–186