

Leitlinie zur Qualitätssicherung der Computertomographie in der Strahlentherapie

Fachgruppenspezifische Qualitätssicherungsleitlinie der Deutschen Gesellschaft für Radioonkologie (DEGRO)

DEGRO-AG „Bildgebung in der Strahlentherapie“

Version 1.0 vom 01.05.2024, gültig bis 30.04.2029

Koordination

D. Zips (Berlin)

D. Thorwarth (Tübingen)

Redaktion

A - Information und Einführung: D. Zips (Berlin)

B - Allgemeine Anforderungen: C. Baum (Villingen-Schwenningen), C. Bert (Erlangen), A. Grün (Berlin), D. Thorwarth (Tübingen), D. Zips (Berlin)

C - Spezielle Anforderungen und Körperregionen

Kopf/Hals: C. Baum (Villingen-Schwenningen), D. Kaul (Berlin)

Thorax: C. Bert (Erlangen), E. Troost (Dresden)

Abdomen/Becken: C. Gani (Tübingen), D. Thorwarth (Tübingen)

Extremitäten: O. Dohm (Tübingen), M. van Kampen (Frankfurt a.M.), D. Thorwarth (Tübingen)

Herausgeber

Deutsche Gesellschaft für Radioonkologie (DEGRO)

Korrespondenzadressen der Hauptverantwortlichen

Prof. Dr. Daniel Zips

Klinik für Radioonkologie und Strahlentherapie | Charité – Universitätsmedizin Berlin
Augustenburgerplatz 1 | 13353 Berlin | daniel.zips@charite.de | Tel. 030 450 527 152

Prof. Dr. Daniela Thorwarth

Universitätsklinik für Radioonkologie | Universitätsklinikum Tübingen
Hoppe-Seyler-Str. 3 | 72076 Tübingen | daniela.thorwarth@med.uni-tuebingen.de | Tel. 07071 29-82165

Inhalt

A Information und Einführung3
 A.1 Autoren dieser Leitlinie3
 A.2 Präambel.....4
 B Allgemeine Anforderungen4
 B.1 Physikalisch-technische Parameter für die Strahlentherapie4
 B.2 Ärztliche Anforderungen6
 C Spezielle Anforderungen und Körperregionen.....8
 C.1 Kopf/Hals8
 Spezielle physikalisch-technische Qualitätsparameter8
 Ärztliche Qualitätsanforderungen8
 C.2 Thorax.....9
 Spezielle physikalisch-technische Qualitätsparameter9
 Ärztliche Qualitätsanforderungen10
 C.3 Abdomen/Becken.....11
 Spezielle physikalisch-technische Qualitätsparameter11
 Ärztliche Qualitätsanforderungen11
 C.4 Extremitäten.....12
 Spezielle physikalisch-technische Qualitätsparameter12
 Ärztliche Qualitätsanforderungen13
 Anhang I: Literaturverzeichnis.....14

A Information und Einführung

A.1 Autoren dieser Leitlinie

Dr. rer. nat. Christoph Baum <i>Klinik für Strahlentherapie und Radioonkologie, Schwarzwald-Baar Klinikum, Villingen-Schwenningen</i>	Deutsche Gesellschaft für Medizinische Physik (DGMP)
Prof. Dr. rer. nat. Christoph Bert <i>Strahlenklinik, Uniklinikum Erlangen</i>	Deutsche Gesellschaft für Medizinische Physik (DGMP)
Dr. rer. nat. Oliver Dohm <i>Universitätsklinik für Radioonkologie, Universitäts-klinikum Tübingen</i>	Deutsche Gesellschaft für Medizinische Physik (DGMP)
Prof. Dr. med. Cihan Gani <i>Universitätsklinik für Radioonkologie, Universitäts-klinikum Tübingen</i>	Deutsche Gesellschaft für Radioonkologie (DEGRO)
Dr. med. Arne Grün <i>Klinik für Radioonkologie und Strahlentherapie, Charité Universitätsmedizin - Berlin</i>	Deutsche Gesellschaft für Radioonkologie (DEGRO)
PD Dr. med. David Kaul <i>Klinik für Radioonkologie und Strahlentherapie, Charité Universitätsmedizin - Berlin</i>	Deutsche Gesellschaft für Radioonkologie (DEGRO)
Prof. Dr. med. Dr. Esther Troost <i>Klinik und Poliklinik für Strahlentherapie und Radioonkologie, Universitätsklinikum Carl Gustav Carus, Dresden</i>	Deutsche Gesellschaft für Radioonkologie (DEGRO)
Prof. Dr. rer. nat. Daniela Thorwarth <i>Universitätsklinik für Radioonkologie, Universitäts-klinikum Tübingen</i>	Deutsche Gesellschaft für Medizinische Physik (DGMP)
PD Dr. med. Michael van Kampen <i>Klinik für Radioonkologie, Krankenhaus Nordwest, Frankfurt a. M.</i>	Deutsche Gesellschaft für Radioonkologie (DEGRO)
Prof. Dr. med. Daniel Zips <i>Klinik für Radioonkologie und Strahlentherapie, Charité Universitätsmedizin - Berlin</i>	Deutsche Gesellschaft für Radioonkologie (DEGRO)

A.2 Präambel

Die vorliegende Leitlinie dient der Qualitätssicherung für die Durchführung der Computertomographie (CT) in der Strahlentherapie. Die CT in der Strahlentherapie wird für die Dosisplanung verwendet. Daraus ergeben sich besondere Anforderungen und eine Abgrenzung zur Leitlinie CT in der radiologischen Diagnostik [1].

Die vorliegende Leitlinie soll auch von den Ärztlichen Stellen für Qualitätssicherungsmaßnahmen verwendet werden.

In vielen strahlentherapeutischen Einrichtungen steht ein dezidiertes CT-Gerät zur Verfügung. Wird ein CT gemeinsam in einer anderen Abteilung oder ein Hybridgerät (PET/CT) genutzt, können sich über die allgemeinen Empfehlungen hinaus besondere Anforderungen ergeben (z. B. Sicherstellung von Konstanz für HU-Konversionstabellen, Scanprotokolle, flache Tischauflage, Verwendung von Lagerungsmitteln, Positionierungslaser). Diese Situation sollte in den abteilungsinternen Verfahrensanweisungen besonders berücksichtigt werden.

Die Leitlinie beschreibt die allgemeinen, medizinphysikalischen und ärztlichen Qualitätsanforderungen für die CT zur Planung der Teletherapie mit Photonen oder Elektronen anhand des allgemeinen medizinischen Standards und des Stands der Technik zum aktuellen Zeitpunkt. Spezielle Verfahren wie Partikeltherapie oder Brachytherapie bedürfen möglicherweise zusätzlicher Empfehlungen, die nicht Gegenstand dieser Leitlinie sind. Die vorliegende Leitlinie zur Sicherung der Qualität soll typische klinische Situationen abdecken und kann nicht umfassend alle Anwendungen abdecken. Abweichungen von den Empfehlungen sind möglich, sollten begründet und dokumentiert werden.

B Allgemeine Anforderungen

B.1 Physikalisch-technische Parameter für die Strahlentherapie

Dosismanagement

- Dosisdokumentation erfordert Aufbewahrung von RDSR (*radiation dose structured report*) / DDP (*dose data page*) mit den CT-Daten.
- Diagnostische Dosisreferenzwerte können nicht auf die Planungssituation für die Strahlentherapie übertragen werden (andere Anforderungen z. B. bei Scanlänge, Rauschen).
- Anbindung an ein Dosismanagementsystem (optimal klinikweite Vernetzung) sollte vorhanden sein.
- Dosisreduktionsmaßnahmen über kV-Anpassung (vorteilhaft z. B. bei pädiatrischen Patienten) erfordern zusätzliche HU-Konversionstabellen.
- Patientenschutzmittel werden i.d.R. nicht eingesetzt.

Scanparameter

- In der Regel (i.d.R.) Aufnahme im Spiralmodus.
- Spannung: i.d.R. 120 kV bei nativen Untersuchungen (aktuelle Entwicklungen mit niedrigeren Spannungen beachten, wobei Dosisersparung in der Radioonkologie oft weniger relevant als in der Diagnostik), Bildqualität für den Zweck der Strahlentherapieplanung optimieren (Cave:

Fehlerquelle verschiedene kV und HU-Tabellen, für Parameter zur Bildqualität ggf. Herstellerangaben beachten).

- Strom: Dosismodulation entsprechend Herstellerempfehlungen

Gesichtsfeld (Field of View, FOV), Scanbereich, Tisch

- FOV sollte gesamten Patienten (axial) umfassen, v.a. für Rotationsbestrahlungen. Evtl. muss FOV erweitert werden (*extended FOV*).
- Scanbereich sollte longitudinal groß genug gewählt werden:
 - o alle relevanten Risikoorgane mit Volumeneffekt sind ganz abgebildet (korrektes DVH!),
 - o mind. 5 cm ober- und unterhalb des zu bestrahlenden Volumens (Streustrahlung),
 - o groß genug (longitudinal) für sinnvolles DRR mit aussagekräftigen anatomischen Strukturen.
- Tisch-overlay im FOV komplett enthalten oder Tisch Struktur mit Dichten im TPS verfügbar, dann aber mit flacher Tischplatte (s. AAPM-TG176).
- Indexierung wie am Linac für Positionierungshilfen.
- Patientenpositionierung entsprechend geplanter Bestrahlungssituation.

Hounsfield Unit (HU) Tabellen

- Möglichst Nutzung einer HU-Konversionstabelle für verschiedene Scanprotokolle mit gleicher Spannung, alternativ Scanprotokoll-spezifische (Verwechslungsgefahr).
- Einflussfaktoren: hauptsächlich kV, aber u.U. auch verwendeter Rekonstruktions-Algorithmus [2]. Muss bei Erstinstallation geprüft werden.

Umgang mit Metallartefakten

- Nutzung von Algorithmen zur Korrektur von Metallartefakten dringend empfohlen.
- Cave: Algorithmen zur Korrektur von Metallartefakten haben Einfluss auf die HU-Konversionstabelle!

Bewegungsmanagement

- Sollte bereits für das Planungs-CT eingeführt sein und verwendet werden
- Für intrafraktionelle Bewegung: SGRT, 4D, RPM, ...
- Füllprotokolle (Blase, Rektum, Ernährung)

Qualitätssicherung

- Bei Inbetriebnahme HU-Konversionstabelle oder *Direct Density Curve* erstellen (entsprechend DIN 6873-1, [3]) sowie regelmäßige und anlassbezogene Konstanzprüfung durch erneute Messung, entsprechend auch für Spezialanwendungen (z. B. bei Nutzung der *extended FOV* Option).
- Konstanzprüfung für diagnostische CT-Scanner (DIN EN61223-3-5, [4]) sowie regelmäßige Prüfung RT-spezifischer Aspekte.
- Zusatzequipment (z. B.: Laser, SGRT-System, Positionierungshilfen, ...) muss in die Qualitätssicherung einbezogen werden.

B.2 Ärztliche Anforderungen

Indikation, Aufklärung, Vorbereitung, Patientenidentifikation, Dokumentation, Verwendung interner Verfahrensanweisungen

- Die rechtfertigende Indikation zur Durchführung einer Planungs-CT ist durch die Indikation zur Strahlentherapie gegeben (zur Indikationsstellung Strahlentherapie s. § 83 StrlSchG und § 119 StrlSchV)
- Eine individualisierte Aufklärung des Patienten mit entsprechenden Unterschriften liegt vor (kann einzeln oder kombiniert mit Strahlentherapieaufklärung verbunden werden, spezielle Aufklärung zu Kontrastmittelgabe o.a. ist dokumentiert). Eine zweizeitige Aufklärung durch einen Arzt mit entsprechender FK kann bei Bedarf je nach organisatorischen Erfordernissen erfolgen.
- Patientenvorbereitung (z. B. nüchtern, Prämedikation, Trinkprotokoll, Darmvorbereitung), Planung der Untersuchung (Lagerung, Scanprotokoll, Scanbereich), Durchführung und weitere Prozessierung erfolgt anhand interner Verfahrensanweisungen (Bestandteil des internen QM-Systems).
- Geeignete Maßnahmen zur Patientenidentifikation bzw. Vermeidung von Verwechslungen müssen implementiert sein.
- Die Durchführung oder Anweisungen zur CT muss in der Patientenakte dokumentiert sein. Mindestangaben beinhalten: Datum, Scanbereich, KM-Applikation.

Kontrastmittel

Intravenöse, enterale oder rektale Kontrastmittelapplikation kann zur Verbesserung der Qualität der Bestrahlungsplanung durch den fachkundigen Arzt verordnet werden. Es ergeben sich zusätzliche Pflichten zur Aufklärung, Dokumentation und Vorbereitung (z. B. aktuelle Laborwerte bei i.v. Gabe). Für die Durchführung ist eine geeignete Ausstattung (z. B. zugelassene und geprüfte KM-Pumpe) und Schulung des Personals notwendig. Es muss eine interne Verfahrensanweisung zum Management von KM-Zwischenfällen vorliegen.

Ärztliche Qualitätssicherungsmaßnahmen

Regelmäßige Überprüfung der Bildgebungsqualität im Prozess der Strahlentherapieplanung im Hinblick auf medizinische Kriterien, z. B.

- a) sind die Planungs-CT ausreichend, um Zielvolumen und OAR indikationsgerecht und angemessen zu definieren
- b) ist die Lagerung am Planungs-CT robust und im gesamten Workflow reproduzierbar
- c) bringen zusätzliche CT-Sequenzen z. B. 4D, mit/ohne KM, Bauch- versus Rückenlage, verschiedene Füllungszustände von Hohlorganen einen angemessenen Zusatznutzen für die Strahlentherapieplanung

Weil Planungs-CT-Protokolle nicht für diagnostische Anforderungen geeignet sind, müssen unklare Befunde in der Planungs-CT-Bildgebung durch einen Facharzt für Strahlentherapie zeitnah bewertet und ggf. ein Facharzt für Radiologische Diagnostik konsultiert werden, damit eventuell notwendige weitere Maßnahmen (z. B. weiterführende Diagnostik zur Abklärung, Einleitung einer notwendigen Therapie) ergriffen werden können. Das Vorgehen ist in der Verfahrensanweisung zum Planungs-CT festzulegen. Regelmäßige Überprüfung, dass interne Verfahrensanweisung eingehalten werden.

Festlegung anatomischer Referenzpunkt für die Lagerung

Am Planungs-CT wird der anatomischer Referenzpunkt für die Lagerung (nicht zu verwechseln mit dem Referenzpunkt der Dosisplanung, dem Zielpunkt) am Patienten markiert und mittels geeigneter Maßnahmen im CT sichtbar gemacht. Der anatomische Referenzpunkt sollte im Scanbereich erfasst werden und in derselben Körperregion wie der später zu definierende Dosis-Referenzpunkt liegen.

Marker Implementierung

Wenn Marker für die Kontrolle der Bewegung des Zielvolumens während der Bestrahlung implantiert werden, ist auf einen ausreichenden zeitlichen Abstand zum Planungs-CT zu achten. Eine unmittelbar nach der Implantierung stattfindende CT-Bildkontrolle ist empfehlenswert, um eventuelle Mängel in den Markerpositionen frühzeitig zu entdecken.

Pädiatrische Patienten

Die Notwendigkeit einer Sedierung/ Narkose sollte frühzeitig geklärt werden. Anamnestisch kann die Frage hilfreich sein, ob andere diagnostische Verfahren in der Vergangenheit ohne Sedierung/ Narkose wahrgenommen werden konnten (die spezielle Belastung einer Kopfmaske darf dabei aber nicht außer Acht gelassen werden). Sollte eine Kopfmaske erforderlich sein, muss die etwaige Narkose auch schon beim Planungs-CT erfolgen, da die Instrumentierung (z. B. Larynx-Maske, Intubationsschlauch) die Anatomie spezifisch verändert und die Maske dahingehend angepasst werden muss. Die Gabe von Kontrastmittel sollte kritisch geprüft werden (ggf. liegt aktuelle Diagnostik vor). Ist die Gabe von Kontrastmittel dennoch erforderlich, muss die Anlage eines i.v.-Zugangs durch die Kinderärzte frühzeitig organisiert werden. Bereits vorhandene Katheter sollen nicht für die Kontrastmittellgabe verwendet werden. Das CT sollte so kurz wie möglich sein, Epiphysenfugen sollten mit abgebildet werden, um klare Dosisberechnungen an diesen Stellen zu ermöglichen.

C Spezielle Anforderungen und Körperregionen

C.1 Kopf/Hals

Spezielle physikalisch-technische Qualitätsparameter

Scanparameter	mindestens 100 kV
Artefakte	Metallartefakt-Reduktion sollte verwendet werden
Organbewegung	s.u. (Lagerung & Maskenanfertigung)
Festlegung des anatomischen Referenzpunktes für die Lagerung	Der anatomische Referenzpunkt sollte bei allen Planungs-CTs möglichst mit dem CT-Isozentrum (Dicom-Ursprung) zusammenfallen und nahe beim geplanten Zielpunkt sein.
Besonderheiten	Keine.

Ärztliche Qualitätsanforderungen

Lagerung & Maskenanfertigung	<ul style="list-style-type: none"> - i. d. R. Rückenlage - bei Kopf-Halstumoren: Kopf/Schultermaske, besondere Beachtung von reproduzierbarer Schulterposition; i.d.R. neutrale Position der Kopf-Hals-Region - Bei hoher Genauigkeitsanforderung: Stereotaxiemaske - Zahnschiene bei Bestrahlung im Mundbereich und Fremdmaterial wie Zahnfüllungen - Zungendepressor bei hoher Strahlenbelastung der Mundhöhle - Markierung Narben [z. B. bei Sarkomen] - Prothesen entfernen - Bei Bestrahlung von oberflächennahen Tumoren kann die Verwendung von Bolusmaterial sinnvoll sein. - Hinweise zur Lagerungsoptimierung findet man z. B. in der ESTRO Leitlinie „ESTRO ACROP guidelines for positioning, immobilisation and position verification of head and neck patients for radiation therapist“ [5]
Kontrastmittel	Zur Indikation s.o. wenn mit KM: split-bolus Applikation (eine Orientierung zu Details bietet z. B. [1])

Scanbereich	<p>In Abhängigkeit vom Zielvolumen: Der gesamte zu bestrahlende Bereich muss abgebildet sein, darüber hinaus teilweise Risikoorgane als Ganzes um verwertbare Dosis-Volumenparameter zu erhalten.</p> <p><u>Intrakraniell:</u> Gesamte Kalotte bis HWK4</p> <p><u>Kopf-Hals:</u> Obere Stirnhöhle bis Mittleres Sternum</p> <p>Sonderfall:</p> <p><u>Nasopharynx:</u> Gesamte Kalotte bis Mitte Corpus Sterni oder Carina</p> <p><u>Schilddrüse:</u> Oberkante Stirnhöhle bis unteres Ende Sternum</p>
Schichtdicke	<p>Die Schichtdicke hängt ab vom Zielvolumen und vom Bestrahlungskonzept:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Stereotaxie: Schichtdicke: 1 mm [6, 7] - Intrakranielle Bestrahlung (nicht stereotaktisch): 1-3 mm, [8] - Kopf-Hals-Tumoren: 2-3 mm [9]
4D ja/nein	nein
Spezielle Maßnahmen	keine

C.2 Thorax

Spezielle physikalisch-technische Qualitätsparameter

Scanparameter	<p><u>Mammakarzinom:</u> 120 kV</p> <p><u>Intrathorakale Tumoren (normofraktioniert):</u> 120 kV ggf. mit intravenösem Kontrastmittel</p> <p><u>Lungen-Stereotaxie:</u> 120 kV Durchführung eines 4D-CTs bzw. CT gemäß Atemmanagement (DIBH, Gating, ...)</p>
Artefakte	Die unter Organbewegung genannten Optionen werden genutzt, um die durch Atmung verursachten Artefakte zu vermeiden.
Organbewegung	<ul style="list-style-type: none"> - Durchführung eines 4D-CTs bzw. CT gemäß Atemmanagement (DIBH, Gating, freie Atmung, abdominelle Kompression, SGRT, ...)

	<ul style="list-style-type: none"> - 4D-CT z. B. bei Lungentumoren: Generierung von idealerweise mind. 8 Atemphasen zur Generierung des ITVs. Hierbei auf die Lokalisation des Empfängers und/oder Gurtes achten, so dass dieser die Atmung abbilden kann und nicht im Strahlengang angebracht wird - drei CTs – freie Atmung, tiefe Inspiration, tiefe Expiration
Referenzpunkt- festlegung	Longitudinal auf Höhe des Sternums oder im Bereich geringer Atembeweglichkeit
Besonderheiten	<u>Ösophaguskarzinom</u> : Nutzung von <i>Fiducial Markern</i> solide, fluide) für die GTV Identifikation zur Planung und Matching mit CBCT erwägen

Ärztliche Qualitätsanforderungen

Lagerung	<ul style="list-style-type: none"> - Rückenlage - Arme über Kopf, falls Arme nicht über den Kopf gehoben werden können, für reproduzierbare Position der Arme sorgen - Indexierter Kniesupport oder mind. Knierolle für Lagestabilität unterer - Rücken & Patientenkomfort: Bolus für oberflächennahe Tumore
Kontrastmittel	<ul style="list-style-type: none"> - wenn mit KM: split-bolus Applikation (eine Orientierung zu Details bietet z. B. [1]) - wenn CT i.v. Kontrast angefertigt wird, dann zunächst natives CT, anschließend KM-verstärktes CT
Scanbereich	Mid-zervikal bis einschließlich Zwerchfelle bds.
Schichtdicke	2-3 mm außer stereotaktische Bestrahlung, 1-2 mm bei stereotaktischer Strahlentherapie
4D ja/nein	Gemäß ärztlicher Verordnung und Atemmanagement, z. B. bei Mamma links und stereotaktisch bestrahlten Tumoren
Spezielle Maßnahmen	<u>Mammakarzinom</u> : Markierung Narbe und ggf. kaudale Grenze/ Areola mit Draht

C.3 Abdomen/Becken

Spezielle physikalisch-technische Qualitätsparameter

Scanparameter	Schichtdicke je nach Behandlungskonzept Aufnahmespannung i.d.R. 120 kV
Artefakte	Metallartefakt-Reduktion einsetzen, z. B. bei Hüftprothesen. Partialvolumeneffekte bei kleinen und atembeweglichen Tumoren beachten
Organbewegung	Intrafraktionelle Beweglichkeit: <ul style="list-style-type: none"> - Einsatz einer Motion-Management Strategie kann gerechtfertigt sein, z. B. bei SBRT der Leber oder Nebenniere., z. B. Erstellung des CTs in Atemanhalt oder Erstellung eines 4D Datensatzes für die Behandlung z. B. mit ITV Konzept, Gating, Tracking etc. [6, 7] - Geeignete Maßnahmen zur Reduktion der Atembeweglichkeit erwägen, z. B. abdominelle Kompression - Interfraktionelle Beweglichkeit von Magen, Darm und Harnblase beachten (s.u.)
Referenzpunkt-festlegung	An einer anatomischen Marke die in der Nähe des Zielvolumens liegt und gut reproduzierbar ist bzw. im Bereich geringer Atembeweglichkeit.
Besonderheiten	Keine

Ärztliche Qualitätsanforderungen

Lagerung	<ul style="list-style-type: none"> - Bei Beckenbestrahlung: Rückenlage, Arme auf Brust oder Bauch, je nach ZV. Erwägung eines Planungs-CTs in Bauchlage mit „Lochbrett“, sofern sich hierdurch eine geringere Belastung der Darmschlingen erwarten lässt. - Bei Bestrahlung im Oberbauch Arme über Kopf, ggf. Vakuummatten und abdominelle Kompression zur Verringerung der Atemexkursion. - Cave Stoma-Beutel etc
Kontrastmittel	Kann bei bestimmten Behandlungen indiziert sein (s.o.)
Scanbereich	In Abhängigkeit vom Zielvolumen:

	<ul style="list-style-type: none"> - Der gesamte zu bestrahlende Bereich muss abgebildet sein, darüber hinaus teilweise Risikoorgane als Ganzes um verwertbare Dosis-Volumenparameter zu erhalten (z. B. Niere). - Beispiele: <ul style="list-style-type: none"> a) Rektumkarzinom mit pelvinem Lymphabfluss Scanbereich LWK2 bis 5-10cm unterhalb Trochanter minor; b) Prostatakarzinom Scanbereich ISG bis 5-10 cm unterhalb Trochanter minor
Schichtdicke	<p>Schichtdicke abhängig von Indikation.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Stereotaxie im Abdomen (z. B. Leber, Lymphknoten): 1-2 mm - Fraktionierte Therapie pelvin z. B. Cervix uteri, Rektum, Analkarzinom: 3 mm
4D ja/nein	Ja, bei beweglichen Zielen, alternativ CT in Atemanhalt.
Spezielle Maßnahmen	Keine
Blasen-, Rektum- und Magenfüllung	Standardisiertes Protokoll zur Kontrolle von Blasen-, Darm- und ggf. Magenfüllung anwenden. Zum Beispiel ausreichende Füllung der Harnblase zur Schonung von Darmschlingen aus dem kleinen Becken.

C.4 Extremitäten

Spezielle physikalisch-technische Qualitätsparameter

Scanparameter	Scanrichtung (HFS/HFP/FFS/FFP) in Übereinstimmung mit am Linac realisierbarer Patientenorientierung festlegen. Aufnahmespannung i.d.R. 120 kV.
Artefakte	Metallartefaktreduktion bei metallischen Implantaten (s.o.).
Organbewegung	n/a.
Referenzpunkt-festlegung	Reproduzierbar, anhand anatomischer Landmarken.
Besonderheiten	Meist individuelle Lagerungshilfen notwendig, idealerweise mit Indexierung, auf Artefaktfreiheit achten.

Ärztliche Qualitätsanforderungen

Lagerung	<ul style="list-style-type: none"> - Lagerung muss zuverlässig reproduzierbar sein. - Bei Bestrahlung von Knochenmetastasen sollte standardisierten Lagerungshilfen der Vorzug gegeben werden, um klare Verhältnisse bei eventuell notwendigen Anschlussbehandlungen zu schaffen. - Wenn möglich durch die Lagerung Distanz zu Risikoorganen schaffen, z. B. zum Rumpf. - Sarkomen, insbesondere Weichteilsarkomen: individuelle Lagerungshilfen wie z. B. Vakuumkissen können sinnvoll sein, um schräge Einstrahlwinkel ohne Durchstrahlen anderer Körperteile zu ermöglichen.
Kontrastmittel	Der Einsatz von Kontrastmittel kann in Ausnahmefällen sinnvoll sein, insbesondere, wenn KM affine Tumoren behandelt werden und die Lagerung im Plan-CT stark abweicht von der Lagerung in vorhandenen diagnostischen Aufnahmen.
Scanbereich	<ul style="list-style-type: none"> - Mindestens muss das Zielvolumen mit einem Sicherheitsabstand erfasst werden, der alles durchstrahlte Gewebe darstellt. - Bei der Erfassung kleiner Läsionen innerhalb von Röhrenknochen sollten eindeutig identifizierbarer Knochenstrukturen mitabgebildet werden, wie z. B. angrenzende Gelenke, um eine Läsion zweifelsfrei orten zu können.
Schichtdicke	1 mm bei stereotaktischer Bestrahlung, ansonsten maximal 3 mm
4D ja/nein	nein
Spezielle Maßnahmen	<p><u>Sarkome:</u> (Draht-) Markierung der OP-Narben</p> <p><u>Untere Extremität:</u> Einsatz eines Gonadenschutzes erwägen (nicht im Hochdosisbereich und nicht für die Topogramme)</p>

Anhang I: Literaturverzeichnis

- [1] Leitlinie der Bundesärztekammer zur Qualitätssicherung in der Computertomographie, Deutsches Ärzteblatt, 27. Dezember 2022. doi: 10.3238/arztebl.2022. https://www.bundesaerztekammer.de/fileadmin/user_upload/BAEK/Themen/Qualitaetsicherung/_Bek_BAEK_Leitlinie_Computertomographie_ONLINE_KORR_Vers_25_05_2023.pdf
- [2] Davis A, Palmer AL, Nisbet A. Can CT scan protocols used for radiotherapy treatment planning be adjusted to optimize image quality and patient dose? A systematic review. Br J Radiol 2017; 90: 20160406. doi: 10.1259/bjr.20160406.
- [3] DIN 6873-1, Bestrahlungsplanungssysteme - Teil 1: Inbetriebnahme, Ausgabedatum: 2021-05. Beuth Verlag, doi: <https://dx.doi.org/10.31030/3236272>.
- [4] DIN EN IEC 61223-3-5, Bewertung und routinemäßige Prüfung in Abteilungen für medizinische Bildgebung - Teil 3-5: Abnahmeprüfungen und Konstanzprüfung - Leistungsmerkmale zur Bildgebung von Röntgeneinrichtungen für Computertomographie (IEC 61223-3-5:2019), Ausgabedatum 2021-11; Deutsche Fassung EN IEC 61223-3-5:2019. Beuth Verlag, doi: <https://dx.doi.org/10.31030/3298705>.
- [5] Leech M, Coffey M, Mast M et al. ESTRO ACROP guidelines for positioning, immobilisation and position verification of head and neck patients for radiation therapists. Technical Innovations & Patient Support in Radiation Oncology 1 (2017) 1–7. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tipsro.2016.12.001>.
- [6] Guckenberger M, Baus WW, Blanck O et al. Definition and quality requirements for stereotactic radiotherapy: consensus statement from the DEGRO/DGMP Working Group Stereotactic Radiotherapy and Radiosurgery. Strahlenther Onkol 196, 417–420 (2020). doi: <https://doi.org/10.1007/s00066-020-01603-1>.
- [7] Schmitt D, Blanck O, Gauer T et al. Technological quality requirements for stereotactic radiotherapy: Expert review group consensus from the DGMP Working Group for Physics and Technology in Stereotactic Radiotherapy. Strahlenther Onkol 196, 421–443 (2020). doi: <https://doi.org/10.1007/s00066-020-01583-2>
- [8] Niyazi M, Brada M, Chalmers AJ et al. ESTRO-ACROP guideline "target delineation of glioblastomas". Radiother Oncol. 2016 Jan;118(1):35-42. doi: 10.1016/j.radonc.2015.12.003.
- [9] Nutting C. Radiotherapy in head and neck cancer management: United Kingdom National Multidisciplinary Guidelines. J Laryngol Otol. 2016 May; 130(Suppl 2): S66–S67. doi: 10.1017/S0022215116000463.