



Bundesamt
für Strahlenschutz

Ressortforschungsberichte zum Strahlenschutz

Leitfaden zur Einweisung und Schulung medizinischen
Personals in die sachgerechte Handhabung von Geräten
der Radiologie und Nuklearmedizin

Vorhaben 3617S42444

Universitätsklinikum Münster, Institut für Klinische
Radiologie

H. Lenzen
R. Eßeling
P. Strauß
Dr. G. Stamm

Das Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit (BMU) und im Auftrag des Bundesamtes für Strahlenschutz
(BfS) durchgeführt.

Dieser Band enthält einen Ergebnisbericht eines vom Bundesamt für Strahlenschutz im Rahmen der Ressortforschung des BMU (Ressortforschungsplan) in Auftrag gegebenen Untersuchungsvorhabens. Verantwortlich für den Inhalt sind allein die Autoren. Das BfS übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie die Beachtung privater Rechte Dritter. Der Auftraggeber behält sich alle Rechte vor. Insbesondere darf dieser Bericht nur mit seiner Zustimmung ganz oder teilweise vervielfältigt werden.

Der Bericht gibt die Auffassung und Meinung des Auftragnehmers wieder und muss nicht mit der des BfS übereinstimmen.

Impressum

Bundesamt für Strahlenschutz
Postfach 10 01 49
38201 Salzgitter

Tel.: +49 30 18333-0

Fax: +49 30 18333-1885

E-Mail: ePost@bfs.de

De-Mail: epost@bfs.de-mail.de

www.bfs.de

BfS-RESFOR-178/21

Bitte beziehen Sie sich beim Zitieren dieses Dokumentes immer auf folgende URN:

urn:nbn:de:0221-2021020925433

Salzgitter, Februar 2021



EVALUATION DER AUSBILDUNGSQUALITÄT IM STRAHLENSCHUTZ

Leitfaden

Einweisung und Schulung medizinischen Personals in die sachgerechte Handhabung von Geräten der Radiologie und Nuklearmedizin

Im Auftrag des Bundesamt für Strahlenschutz
Teil des Vorhabens: 3617S42444

September 2019

1. MOTIVATION UND ZIELSETZUNG DES LEITFADENS

Eine fachgerechte Einweisung in die Handhabung und die Besonderheiten eines radiologischen Gerätes stellt die Basis für einen optimalen klinischen Einsatz unter Ausnutzung aller Potentiale des Gerätes dar und erhöht die Sicherheit von Patient und Personal. Letztendlich bedeutet eine erfolgreiche Einweisung nicht nur eine Optimierung von Qualität und Sicherheit, sondern auch einen Beitrag zur Wirtschaftlichkeit. Hohe Investitionskosten können nur gerechtfertigt werden, wenn die Potentiale der Technik voll ausgeschöpft werden.

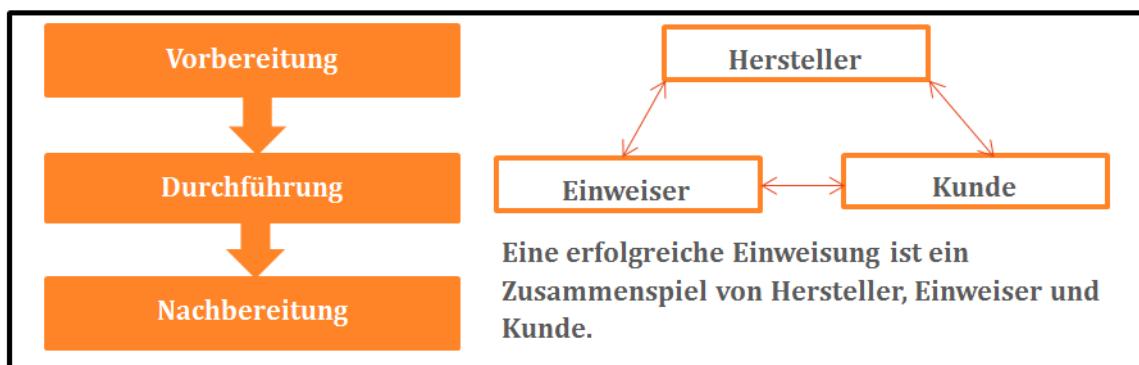
Die Sicherstellung einer optimalen Einweisung gehört daher zu den Aufgaben und Verantwortungen des oberen Managements einer Abteilung oder Praxis.

Konkret kann eine qualifizierte Einweisung die Strahlenexposition von Patient und Personal verringern, die Bildqualität verbessern sowie Arbeitsprozesse erleichtern und verkürzen. Eine enge Zusammenarbeit zwischen dem Hersteller, dem Einweisungspersonal und dem Kunden vor, während und nach der Einweisung ist Grundvoraussetzung für eine erfolgreiche Umsetzung.

Der Leitfaden soll als Checkliste für alle beteiligten Gruppen dienen um den Erfolg der Einweisung zu erhöhen. Dieser Leitfaden ist keine Zusammenfassung der gesetzlichen Regelungen, die der Betreiber oder der Anwender zu befolgen hat. Stattdessen werden Vorschläge für Inhalte, Rahmenbedingungen und Ablauf einer Einweisung aufgezeigt.

Der Inhalt gliedert sich in die Abschnitte Ziele, Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung. Zudem benennt ein modalitätenspezifischer Gegenstandskatalog die Mindestinhalte einer Einweisung für die Gerätetypen CT, Angiographiegerät und PET/CT.

Der vorliegende Leitfaden wurde im Rahmen des vom Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) geförderten Projektes „Evaluation der Ausbildungsqualität im Strahlenschutz (EDAQS)“ im *Institut für klinische Radiologie* des *Universitätsklinikums Münster* (UKM) gemeinsam mit der Klinik für *diagnostische und interventionelle Radiologie* der *Universitätsmedizin Göttingen* (UGM) entwickelt.



2. EINWEISUNG – ZIEL UND RECHTLICHE GRUNDLAGEN

Einweisungen werden in unterschiedlichen Rechtsnormen (siehe Kasten) gefordert. Hierbei wird unter anderem auch festgelegt, dass vom Hersteller ersteingewiesene Personen weitere Anwender einweisen dürfen. Dies setzt ein hohes Verantwortungsbewusstsein und eine hohe fachliche Qualifikation voraus.

Bei Einweisungen in radiologische Geräte sind folgende Aufgaben zu erfüllen.

- Einführung in Geräteaufbau und Bedienung
- Erstellung von Untersuchungsprotokollen
- Begleitung während des ersten Patientenbetriebs
- Darstellung des Strahlenschutzes für Patient und Personal

Dieser Aufgabenbereich ist im Detail rechtlich nicht festgeschrieben, für eine optimale Nutzung des Geräts jedoch notwendig.

Einweisungen richten sich an alle, die mit dem Gerät arbeiten oder für die Erstellung der Bilder unmittelbar verantwortlich sind. Es ist dringend notwendig, dass auch Ärzte, die die rechtfertigende Indikation stellen, die wichtigsten Funktionen der Geräte und die möglichen Risiken kennen.

Während und nach Abschluss der Einweisung sind Selbstkontrollen wichtig. Dabei können folgende Fragen helfen:

- Kann der klinische Alltag mit dem Gelernten bewältigt werden?

§§§§§§§§§§

Die **Strahlenschutzverordnung** schreibt vor, dass der Strahlenschutzverantwortliche dafür zu sorgen hat, dass Einweisungen in Tätigkeiten mit Strahlungsquellen bei der ersten Inbetriebnahme durch eine entsprechend qualifizierte Person des Herstellers oder Lieferanten vorgenommen werden müssen. Es gilt außerdem, dass über die Einweisung unverzüglich Aufzeichnungen angefertigt und für die Dauer des Betriebes aufbewahrt werden müssen (StrlSchV § 98).

In der **Medizinprodukte-Betreiberverordnung** wird allgemein die Anforderung ausgesprochen, dass eine Einweisung in die ordnungsgemäße Handhabung des Medizinproduktes erforderlich ist (MPBetreibV § 4 Absatz 3).

Der im **Medizinproduktegesetz** bezeichnete Medizinprodukteberater, der in die sachgerechte Handhabung der Medizinprodukte einweist, darf dies nur bei Besitz der Sachkenntnis für das Medizinprodukt sowie bei Besitz der erforderlichen Erfahrung mit diesem Medizinprodukt (MPG § 31).

Weitere Inhalte und genauer Wortlaut ist den genannten Gesetzen zu entnehmen.

§§§§§§§§§§

- Sind die Limitierungen des Geräts im klinischen Alltag bekannt?
- Kann die Gerätetechnik im Nachhinein selbstständig auf den klinischen Alltag angepasst werden?
- Ist man auf Notfälle vorbereitet?
- Sind die Risiken und deren Vermeidung insbesondere durch den Einsatz ionisierender Strahlung bekannt?

3. VORBEREITUNG

Möglichst frühzeitig sollen die Rahmenbedingungen so festgelegt werden, dass alle Beteiligten ihre Rolle optimal ausführen können. Umfang und Detailgrad der Einweisung sollten nicht unterschätzt werden. Wenn bereits ein Gerät gleichen oder ähnlichen Typs vorhanden ist, kann die Einweisung darauf Bezug nehmen. Es darf aber keinesfalls darauf verzichtet werden, da sich möglicherweise Software- oder Kenntnisstand des Einweisers, des einzuweisenden Personals oder gar der Personalstamm verändert hat. Außerdem sollte bei der Zusammenstellung der Einweisungsgruppen ein stark heterogener Kenntnisstand vermieden werden. Für die meisten Einweisungen bietet es sich an, die einzelnen Gruppen unterschiedlich intensiv und lange zu schulen. So hat sich eine Differenzierung von Key-Usern und Normal-Usern bewährt. Key-User sind speziell ausgewählte Personen, die durch den Einweiser ausführlicher in die Gerätebedienung eingewiesen werden und im Nachhinein umfassendere Aufgabenbereiche wahrnehmen und für die Schulung nachfolgenden Personals Verantwortung tragen.

Vorbereitungskurse

In Einweisungen ist ein häufig auftretendes Problem die fehlende Vorbereitung der Anwender auf die Besonderheiten des neuen Geräts sowie veränderte Einsatzgebiete. Selbst erfahrene, bereits häufig eingewiesene Mitarbeiter unterschätzen manchmal das notwendige Detailwissen für moderne Systeme.

Die meisten Hersteller bieten derartige Vorbereitungskurse an. Teilnehmerzahl und

Umfang sollten bereits im Kaufvertrag festgelegt werden.

Zeit-Kontingent

Das Einweisungskontingent variiert je nach Modalität und Komplexität des Geräts. Der angemessene Einweisungsumfang sowie Nachschulungen im Rahmen der Beschaffung zwischen den Beteiligten sollten vertraglich festgelegt werden. Vorbereitungskurse können das notwendige Zeit-Kontingent verkürzen.

Key-User

Sowohl mindestens zwei MTRA als auch ein Arzt sollten jeweils als Key-User bestimmt werden. Je nach Modalität wird der Aufgabenbereich schwanken:

- (PET/) CT: Der MTRA muss während der Einarbeitung am Gerät sein. Der Arzt muss mindestens in die Grundfunktionen eingearbeitet werden und muss jederzeit abrufbereit sein, um Protokolle als auch Bildqualität prüfen zu können.
- Angio: Der Arzt sollte dauerhaft bei der Einweisung anwesend sein, um sein neues Gerät optimal bedienen zu können. Die MTRA sollte ebenfalls möglichst die gesamte Zeit teilnehmen.

Die Key-User müssen über ihre Rolle frühzeitig informiert werden, damit sie sich auf ihre Aufgaben vorbereiten können. Allen Mitarbeitern sollten die Key-User bekannt sein. Den Key-Usern wird die Teilnahme an Vorbereitungskursen empfohlen. Damit wird ein schneller Einstieg in die Thematik während der Einweisung gewährleistet und sichergestellt, dass ein größeres Gesamtverständnis für die Anlage vorhanden ist.

Gruppengröße

Es sollten nicht mehr als 4 Key-User gleichzeitig eingewiesen werden. Die übrigen Gruppengrößen sollten 6 Personen nicht überschreiten.

Freistellung

Um konzentriert an der Einweisung teilnehmen zu können, sollten alle Teilnehmer an Einweisungen von weiteren Aufgaben freigestellt werden. Besonders wichtig ist dies in den ersten Tagen der Einweisung.

Inhalt

Der Inhalt der Einweisung sollte im Vorfeld abgestimmt werden. Der Hersteller überlässt dazu dem Kunden eine Beschreibung des möglichen Ablaufs. Der Kunde sollte hier seine besonderen Wünsche und Gewichtungen vermerken. Dies gilt insbesondere für Untersuchungsprotokolle und -techniken.

Lieferumfang und optionale Funktionen

Der Lieferumfang und besonders die erworbenen optionalen Funktionen müssen sowohl dem Kunden und insbesondere den Key-Usern als auch dem Einweiser bekannt sein. Fehlinvestitionen durch den fehlenden Gebrauch von nichtgeschulten Funktionen können so vermieden werden.

Terminplanung

Die Termine sollten allen Beteiligten frühzeitig bekannt sein. Ein genauer zeitlicher Ablauf (Schulungsplan) kann

insbesondere bei Einweisungen mit vielen involvierten Personen (z.B. Angio-Anlage) sehr hilfreich sein, um die Freistellung der Teilnehmer von Routineaufgaben garantieren zu können. Um den Ablauf innerhalb des Betriebs – insbesondere im Rahmen der Freistellung – nicht zu stören, sollten frühzeitig alle relevanten Informationen an das Personal weitergeleitet werden. Dies umfasst auch eine Beschreibung der Inhalte mit Zeitpunkt und Kollektiv das unterrichtet werden soll.

Fertigstellung der Baumaßnahme

Für die Einweisungssituation ist entscheidend, dass alle Umbauten sowie der Aufbau des Gerätes abgeschlossen sind. Handwerkstätigkeiten, Lärmbelästigung und nicht eingerichtete Funktionalitäten wie Worklist- und PACS-Anbindung sollten dringend vermieden werden. Aus diesem Grunde gehört die Einweisung in den Gesamtprojektplan gemeinsam mit Baumaßnahme, Geräteaufbau und Prüfung.

Gesetzliche Vorgaben

Alle gesetzlichen Vorgaben müssen zur Einweisung erfüllt sein. Dies umfasst die Abnahmeprüfung, die Sachverständigenprüfung und das ordnungsgemäße Anzeigen oder die Genehmigung für das Gerät durch die Aufsichtsbehörde. Die Erzeugung ionisierender Strahlung ist ohne diese Voraussetzungen auch während der Einweisung nicht statthaft.

4. DURCHFÜHRUNG

Wissensstand

Der Einweiser sollte im ersten Gespräch den Wissensstand der Anwender in Erfahrung bringen und erörtern welche Themenbereiche im Folgenden eine besondere Aufmerksamkeit benötigen. Es muss darauf geachtet werden, dass Ärzten und MTRA jeweils die für sie relevanten Informationen erhalten.

Interaktion

Die Anwender sollten sich aktiv an der Einweisung beteiligen und dadurch zu einer optimalen Interaktion beitragen. Der Einweiser sollte den Erfolg seiner Schulungsmaßnahmen ständig überprüfen. Viele Hands-On-Übungen und eine selbstständigen Gerätebedienung tragen zu einem sicheren Umgang bei. Dabei sollte auch der zurückhaltende Mitarbeiter einbezogen werden.

Medizinphysiker

Durch die neue Gesetzgebung im Strahlenschutz ist die Relevanz von Medizinphysikern im klinischen Alltag deutlich angestiegen. Medizinphysiker sollten sich in die grundlegenden und die für sie wichtigen Funktionen einweisen lassen. Dies gilt insbesondere für die Erstellung von Untersuchungsprotokollen. Daher ist die Anwesenheit des Medizinphysikers bei der Einweisung zu empfehlen.

Protokolle

Die Erstellung und Anpassung von Untersuchungsprotokollen sollte innerhalb der Einweisung einen großen Raum

einnehmen. Hierbei muss beachtet werden, dass es meist nicht möglich ist, alte Protokolle 1:1 auf das neue Gerät zu übertragen. Optimierung und Anpassung müssen daher im Hinblick auf die Besonderheiten des neuen Geräts durchgeführt werden. Die Überprüfung der Protokolle sollte direkt im Anschluss durch einen fachkundigen Arzt anhand der Bildqualität und der Dosis geschehen. Moderne Geräte benötigen meist weniger Dosis für dieselbe Bildqualität, sodass meist eine Optimierung der Parameter möglich ist.

Patientenbetrieb

Die ersten Patientenuntersuchungen in Anwesenheit des Einweisers sollten nicht im Regelbetrieb erfolgen. Die Untersuchungsfrequenz sollte zwischen Einweiser und einzuweisendem Personal abgestimmt werden. Sollten keine Ausweichgeräte zur Verfügung stehen, muss im Vorfeld die Versorgungslage mit den Einweisern abgestimmt werden, da möglicherweise Engpässe auftreten. Stehen zusätzliche Geräte zur Verfügung, sollte der Patientenstrom langsam auf das Neugerät umgeleitet werden. Hierbei ist zu beachten, dass alle Untersuchungen Teil eines *eingeschränkten Patientenbetriebs* sind, um

- die Untersuchung unter Beisein des Einweisers zu erlernen,
- die Bildqualität gemeinsam mit den fachkundigen Ärzten anzupassen,
- die Strahlenexposition zu optimieren.

Strahlenschutz

Der Strahlenexposition von Patient und Personal ist besonderer Raum zu widmen. Dies geschieht zum einen durch die Optimierung der Protokolle, aber auch durch das Schulen aller Geräteeigenschaften, die die Strahlenexposition beeinflussen. Hierzu gehört auch der Bezug der Protokolle zu den Diagnostischen Referenzwerten und aller Schwellenwerte der bedeutsamen Vorkommnisse. Die geräteseitigen Schutzmöglichkeiten für das Personal sind ebenfalls detailliert zu beschreiben.

Unterschrift

Für jede Einweisung ist die Teilnahme in Listen zu dokumentieren. Die Liste enthält zudem die Unterschrift eines jeden Teilnehmers und des Einweisers. Der Einweiser bestätigt mit seiner Unterschrift die regelmäßige Anwesenheit der Teilnehmer und die ordnungsgemäße Durchführung der Einweisung. Anwesenheiten unter 80% sollten nicht bestätigt werden.

IT-spezifische Anforderungen

Grundsätzlich muss im Vorfeld abgestimmt werden, wie die Dokumentation von Bildern im PACS und der Versand an dedizierte Workstations erfolgen soll und welche Wege für die Dosisdokumentation (Structured Report, MPPS etc.) über PACS, RIS oder Dosismanagement-System genutzt werden sollen. Dazu gehört auch die Vermittlung von entsprechenden Netzwerkparametern und der DICOM-Kommunikation. Zudem muss einem beschränkten Personenkreis ein Zugang auf alle Netzwerkparameter incl. der DICOM-Kommunikation eingerichtet werden. Der Einweiser führt zusammen mit den Key-Usern ein Abgleich der RIS-

Untersuchungsbezeichnung mit den Protokollen auf der Modalität durch.

Gerätespezifische Anforderungen

- **Projektionsradiographie**

Zu erklären sind alle Bewegungsformen des Gerätes mit den entsprechenden Hinweisen zur Einstelltechnik. Automatisierungsprozesse der Bewegungsabläufe und die Protokollerstellung müssen mit den Key-Usern abgestimmt werden. Bei letzterem sind die DRW zu berücksichtigen. Die Key-User müssen danach in der Lage sein alle Protokollparameter, insbesondere für die Bildverarbeitung, selbstständig zu bearbeiten. Der Dosisindikator muss detailliert beschrieben und der Einfluss von Über- und Unterdosierung erklärt werden. Die Anwesenheit des Arztes ist nicht dauerhaft nötig, zur Abnahme der Bildqualität muss er jedoch zu jedem Zeitpunkt abrufbar sein.

- **Computertomographie**

Aufgrund der hohen Dosis bei CT-Untersuchungen sollte ein besonderer Fokus auf die Bildqualität in Abhängigkeit zur Dosis gelegt werden. Die Funktion der verschiedenen Formen der Dosismodulation und die möglichen Fehlerquellen müssen detailliert vermittelt werden. Die internen Alarmschwellen für das Überschreiten von DRW oder den Schwellen für bedeutsame Vorkommnisse müssen gemeinsam mit den Key-Usern gesetzt werden.

- **PET/CT**

Die beim CT angesprochenen Punkte gelten auch für das PET/CT. Die spezifischen Besonderheiten von Hybrid-Geräten müssen berücksichtigt werden. Es sollten Key-User sowohl für das CT als auch für das

PET bestimmt werden. Besonders ist auf die Sicherheitsaspekte bezüglich des Umgangs mit Isotopen eingegangen werden.

- **Angiographie**

Angiographiegeräte werden, anders als die übrigen Systeme, in erster Linie von Ärzten bedient. Ärzte und MTRA nehmen hierbei unterschiedliche Rollen ein, die bei der Einweisung in getrennten Gruppen

berücksichtigt werden sollten. Die Angiographie führt zu den höchsten Strahlenexpositionen bei bildgebenden Systemen. Daher muss ein erheblicher Anteil der Einweisung auf die Minimierung der Strahlenexposition und deren Monitoring verwendet werden. Dazu gehört auch die detaillierte Beschreibung der Protokolle mit allen relevanten Parametern und alle vom Gerät angezeigten Dosisgrößen.

5. NACHBEREITUNG

Die Einweisung ist kein einzelnes Ereignis, sondern ein Prozess zur Implementierung technischer Systeme. Dabei sollte die Einweisung zum Betriebsstart in der Folge durch Nachschulungen und Optimierungsschulungen flankiert werden. Dabei muss jedem Personalwechsel innerhalb des Mitarbeiterstamms Rechnung getragen werden.

Optimierungsschulung

Die Hersteller bieten als Teil der Ersteinweisung zusätzliche Optimierungsschulungen an. Ein Zeitkontingent hierfür ist in vielen Kaufverträgen integriert. Diese finden in der Regel 8 bis 12 Wochen nach der Ersteinweisung statt. Hier ist es möglich, zwischenzeitlich aufgekommene Fragen zu klären oder weitergehende Informationen zu erhalten, oder neue Spezialfunktionen zu besprechen. Außerdem kann das Wissen aus der Ersteinweisung aufgefrischt und verfestigt werden. Zudem werden nach der ersten Betriebsphase Protokolle gemeinsam mit erfahrenen Mitarbeitern optimiert.

Nachschulung und Lehrgänge

Neben der Optimierungsschulung ist es möglich, an weiteren Nachschulungen oder Lehrgängen teilzunehmen. Eine Auffrischung der Ersteinweisung ist zu empfehlen, wenn Teile der Belegschaft gewechselt haben. Zwar können und sollen neue Mitarbeiter von den Key-Usern ausgebildet werden, externe Schulungskräfte sollten aber alle 1-2 Jahre diese Schulungsmaßnahmen unterstützen und damit Wissen aus erster Hand und Erkenntnisse von außen einbringen. Die hierbei entstehenden Kosten können

innerhalb des Servicevertrags abgebildet werden.

Apps & Websites

Viele Hersteller bieten Möglichkeiten zur kostenlosen Weiterbildung mit Apps bzw. auf ihrer Website an. Lehrvideos erklären weiterführende Funktionen mit hilfreichen Grafiken. Die Einweiser sollten die Zugänge bereitstellen und die Seiten kurz vorstellen. Die Inhalte sollten von den Anbietern ständig weiterentwickelt werden.

Kundenkontakt

Über Neuerungen oder Erkenntnisse sollten die Einweiser den Anwender zeitnah informieren.

Arbeitsanweisungen

Zu den unterschiedlichen Untersuchungsarten müssen Arbeitsanweisungen erstellt werden. Mit dem neuesten Strahlenschutzrecht sind diese Pflicht für alle Untersuchungen, nicht nur die häufigen. Gerade auch für seltene Untersuchungstechniken müssen daher SOPs angelegt werden, denn diese geraten aufgrund der seltenen Anwendung schneller in Vergessenheit. Der Hersteller sollte hierzu Beispiele bereitstellen und während der Einweisung beschreiben.

Key-User

Die Key-User dienen als Ansprechpartner bei der täglichen Arbeit des Teams und müssen neuen Mitarbeitern bekannt sein. Die Zahl der Key-User sollte bei weiteren Schulungsmaßnahmen stetig erweitert werden, um Fluktuationen frühzeitig entgegenzuwirken.

6. INHALTE

Im Folgenden werden die Mindestinhalte einer Einweisung für verschiedene Geräte beschrieben. Sie stellen daher nur eine grobe Orientierung dar. Zusätzlich werden viele Themenblöcke durch Lernziele zum besseren Verständnis ergänzt. Außerdem werden Inhalte zum Strahlenschutz über eine farbliche Absetzung hervorgehoben. Bei den Anwendergruppen wird zwischen Key-Usern und allen Anwendern unterschieden.

Computertomographie

Sicherheit und Technik	
Beschreibung der Struktur der Bedienungsanleitung	Übersicht und Konzept <i>Alle Anwender</i>
Allgemeine Fragen zum Strahlenschutz	Strahlungs- und Dosisanzeigen, Ortsdosen, Strahlenschutzmittel für Patient & Personal (Linsenschutz, Schilddrüse, Brustabdeckung, Gonadenschutz) <i>Alle Anwender</i>
Mechanische Sicherheit	Quetsch- und Verletzungsgefahren durch die verschiedenen Gerätebauteile <i>Alle Anwender</i>
Risiken durch Einsatz des Einstellungslasers	Laserklasse und Auswirkungen <i>Alle Anwender</i>
Netz- und Notschalter	Verschiedene Arten von Notschaltern einzeln beschreiben <i>Alle Anwender</i>
Beschreibung des Technikraums	Warnmeldungen, Kühlelemente <i>Alle Anwender</i>
Systemparameter für den Nutzer	Klinikname, DICOM-Nodes, Schnittstellen, Warteschlangen etc. <i>Alle Anwender</i>
Kalibrationsroutinen	Tägliche, monatliche, Einsatz von Phantomen (Wasser, Luft, Knochen) <i>Key-User</i>

Zubehör	
Einsatz von Positionierhilfen	Laser, Kamera <i>Alle Anwender</i>
Lagerung der Arme und des Kopfes	Bei abdominellen, thorakalen und zerebralen Untersuchungen <i>Alle Anwender</i>
Vorstellung des Lagerungszubehörs	Kopfschalen, Fixiermöglichkeiten <i>Alle Anwender</i>

Bedienung und Einrichtung des Geräts	
Hardwarebestandteile und Bedienelemente	Bedienung von Gantry, Tisch und Zubehör <i>Alle Anwender</i>
Bedienoberfläche und Software	Patientenbrowser, Worklist und Untersuchungsanmeldung, Protokollauswahl, Servicefunktionen, Fehlermeldungen <i>Alle Anwender</i>
Workflowkonzepte	verschiedene Untersuchungsszenarien (Kardio, Stroke, Polytrauma etc.) <i>Alle Anwender</i>
Grundsätzlicher Protokollaufbau von Scano- /Topogramm	Beschreibung aller Menüelemente in den Registrierkarten; Scanplanung <i>Alle Anwender</i>
Einfluss der Protokollparameter auf Bildqualität und Strahlenexposition	Field of View, Anwendungsbereiche der Faltungskerne, Scanparameter: kV, mAs, Pitch, <i>Alle Anwender</i>
Gemeinsame Erstellung von Protokollen	<i>Key-User</i>
Gemeinsame Erstellung pädiatrischer Protokolle	<i>Key-User</i>
Einsatz und Steuerung von Kontrastmittel	Bolustracking <i>Alle Anwender</i>
Dokumentation und Archivierung	Demonstration von Bild- und Serienauswahl, DICOM-Knoten von PACS und weiteren Versandzielen <i>Alle Anwender</i>

Strahlenschutz	
Erklärung der Dosismodulation	Auswirkungen auf Bildqualität und Strahlenexposition, Regelungsmechanismen <i>Alle Anwender</i>
Einsatzmöglichkeiten der Dosismodulation	Ggf. auch automatische kV-Wahl, Bedeutung von Ref.-mAs/Noise Index <i>Key-User</i>
Fehlermöglichkeiten beim Einsatz der Dosismodulation	Korrekte Zentrierung, Lagerung der Arme, falsche Anwendung von Strahlenschutzmitteln <i>Alle Anwender</i>
Dosisgrößen, Dosisanzeigen, Überwachung und - Interpretation	CTDI _{vol} , Dosislängenprodukt <i>Alle Anwender</i>
DRW-Warnschwellen	Direkte Eingabe bei der Protokollerstellung in den Serien <i>Key-User</i>

Durchführung und Nachbearbeitung	
Rekonstruktionsverfahren und deren Parametrisierung	Besonderheiten bei Software zur Metallartefaktreduktion, iterative Rekonstruktion, Faltungskerne, Overbeaming, Overscanning <i>Key-User</i>
Filter	Formfilter, Vorfilter, Head-Mode, Body-Mode <i>Key-User</i>
Nachbearbeitungsprozesse	MIP, MPR und VR <i>Alle Anwender</i>

Spezielle typenabhängige Techniken	
Softwaregestützte Strahlenschutzmittel	Gantry-Kippung, Sektor-Scan für verschiedene Organbereiche <i>Alle Anwender</i>
EKG-Triggerung und -Gating	Prospektives vs. retrospektives Gating, Einfluss der Herzfrequenz und Arrhythmie <i>Alle Anwender</i>
Spektrale Bildgebung	Monoenergetische Bilder, Materialkarten <i>Alle Anwender</i>
Perfusion	Individualisierte Scanzeit, Grenzen von zeitliche Auflösung und Kontrast-Rausch-Verhältnis <i>Alle Anwender</i>
Punktion und Intervention	Strahlenschutz des Personals, Punktionshilfen (Soft- und Hardware) <i>Alle Anwender</i>

PET/CT

Lagerung und Zubehör	
Abhängigkeit der Schwächungskorrekturen	<i>Key-User</i>
Richtige Lagerung für längere Untersuchungen	Bequeme Überkopfarmposition <i>Key-User</i>
Phantom und Stabquellen für die Qualitätssicherung	Handhabung Stabquellen, Alterung des Daily QC Phantoms <i>Key-User</i>

Bedienung und Einrichtung des Geräts	
Besonderheiten der PET-Bildgebung	<i>Key-User</i>
Nutzung des CT-Teils für diagnostische CTs	Einrichten, Anwendungsbereich und Grenzen der CT-Diagnostik <i>Key-User (Röntgen)</i>
Nutzung des CT Teils für PET-Korrekturrechnungen (Low-Dose CT)	Einrichten und richtige Wahl des CT-Protokolls <i>Key-User</i>
dynamische oder statische Messungen	Abhängigkeit bei der zeitlichen Entwicklung, Nutzen <i>Key-User</i>
Eintragen von neuen Tracern	<i>Key-User</i>

Durchführung und Nachbearbeitung	
Quantifizierungsprobleme bei Implantaten	<i>Key-User</i>
Fusion	<i>Key-User</i>
µMap-Erzeugung - Schwächungskorrektur	nachträgliche Erzeugung mit anderen Parametern <i>Key-User</i>
List-Mode-Datenverarbeitung	Export List-Mode-Datensätze (verschiedene Datengrößen, Formate) <i>Key-User</i>

Strahlenschutz	
Workflowoptimierung bei strahlenden Patienten	Workflow anpassen um Strahlenexposition zu minimieren: externe Steuerung des Betts, Raum vorbereiten, Reihenfolge von PET und CT Untersuchungen <i>Key-User</i>

Qualitätssicherung	
tägliche Qualitätssicherung	<i>Alle Anwender</i>
Alignment und Kreuzkalibrierung	<i>Key-User</i>

Spezielle typenabhängige Techniken	
EKG-Triggerung	Bewegungskorrektur <i>Key-User</i>
Atem-Triggerung	Abhängig von Thoraxposition in der Nachbearbeitung <i>Key-User</i>
Continuous Bed Move	Besonderheiten beim neuen Verfahren <i>Key-User</i>

Angiographie

Sicherheit und Technik	
Beschreibung der Struktur der Bedienungsanleitung	Übersicht und Konzept <i>Key-User</i>
Allgemeine Fragen zum Strahlenschutz	Dosisanzeigen, Ortsdosisverteilung im Raum, Strahlenschutzmittel für Patient & Personal (Bleiglassbrille und -Scheibe, Bleisegel, patientennaher Streustrahlenschutz) und Einfluss der Projektionsbedingungen auf den Strahlenschutz (Fokus-Detektor-Abstand, Objekt-Detektor-Abstand) <i>Alle Anwender</i>
Mechanische Sicherheit und Kollisionsschutzes	Funktionsweise und Gefahren, typische Fehlermöglichkeiten beim Umgang, Aufhebung von Blockaden <i>Alle Anwender</i>
Live-Dosimetrie für Personal	Personalisierung der Dosimeter, Grundfunktionen <i>Alle Anwender</i>
Bedienelemente aller Netz- und Notschalter	<i>Alle Anwender</i>
Beschreibung des Technikraums	Warnmeldungen, Kühlelemente <i>Alle Anwender</i>
Systemparameter für den Nutzer	Klinikname, DICOM-Nodes, Schnittstellen, etc. <i>Alle Anwender</i>

Lagerung und Zubehör	
Lagerungszubehör, Fixiermöglichkeiten, Kopfschalen,	<i>Alle Anwender</i>
Lagerung der Arme und des Kopfes	bei abdominalen, thorakalen, peripheren und zerebralen Untersuchungen <i>Alle Anwender</i>

Bedienung und Einrichtung des Geräts	
Erläuterung aller Steuerungselemente am Gerät	Speicherung von Tisch und Winkelpositionen, Abruf der Positionen aus vorangegangenen Serien <i>Alle Anwender</i>
Erläuterung der Bedienoberfläche und Software	<i>Alle Anwender</i>
Workflowkonzepte	verschiedene Untersuchungsszenarien <i>Alle Anwender</i>

Bedienung und Einrichtung des Geräts	
Grundsätzlicher Protokollaufbau	<i>Alle Anwender</i>
Einfluss der Protokollparameter auf Bildqualität und Strahlenexposition	Field of View, Pulsbreite, Pulsfrequenz, Vorfilter, Bildempfängerdosis (jeweils für Durchleuchtung und Bilderstellung) <i>Alle Anwender</i>
Beschreibung der Standardprotokolle hinsichtlich Dosis und Bildqualität	<i>Alle Anwender</i>
Gemeinsame Erstellung von Protokollen	<i>Key-User</i>
Dokumentation und Archivierung	<i>Key-User</i>

Strahlenschutz	
Erklärung der Kennlinie der automatischen Dosisleistungsregelung (ADR)	Auswirkungen auf Bildqualität und Strahlenexposition, Verhalten der ADR bei Metall oder Kontrastmitteldepots im Strahlengang, Abschaltung der ADR, Lage der Messbereiche im Feld <i>Key-User</i>
Fehlermöglichkeiten beim Einsatz der ADR	<i>Key-User</i>
Dosisrelevante Anzeigen und Signale sowie Interpretation	Dosisgrößen, Dosisanzeigen, Überwachung und -Interpretation, Strahlungsanzeige und Hochdosis-Modus, Referenzpunktdosis und -dosisleistung, Dosis-Flächen-Produkt, Hautdosis <i>Key-User</i>
Dosis-Warnschwelle und Dosisgrenzen	DRW, Aktionsschwellen „bedeutsame Vorkommnisse“ <i>Key-User</i>
Einsatz und Steuerung von Kontrastmitteln	Bolustracking und Verschiebe-Angio <i>Key-User</i>
Softwaregestützte Strahlenschutzmittel	strahlenfreie Positionier- und Einblendhilfen <i>Key-User</i>
Programmieren von fixen Tisch- und Stativposition	<i>Key-User</i>

Durchführung und Nachbearbeitung	
Bildakquisitionsverfahren	DSA, 3D-Angiographie und Volumen-CT, Roadmap <i>Key-User</i>
Nachbearbeitungsprozesse	Pixelshift, Rauschunterdrückung <i>Key-User</i>

Spezielle typenabhängige Techniken	
Quantitative Analysen	Stenosegradbestimmung, Stent-Berechnung, Gefäßprothesenplanung, <i>Key-User</i>
zeitabhängige Kontrastmittelkurven	2D-Perfusion, <i>Key-User</i>
Punktionshilfen und Risiken	Einsatz und Risiken des Lasers als Punktionshilfe <i>Alle Anwender</i>
Besonderheiten bei Untersuchungen von Kindern	Raster, Protokolle, <i>Alle Anwender</i>
Bildoptimierungstools für Stents und Stenosen	<i>Key-User</i>
Qualitätssicherung	Demonstration der Konstanzprüfung, herstellereigene Prüffunktionen <i>Key-User</i>
Besonderheiten bei verschiedenen Applikationen	kardiologische, neuroradiologische, periphere Maßnahmen, Organpunktionen <i>Key-User</i>

7. IMPRESSUM

PROJEKTLEITUNG

Dipl.-Ing. Horst Lenzen, Institut für Klinische Radiologie, Münster

PROJEKTKOORDINATOR

Dipl.-Ing. Rainer Eßeling, Institut für Klinische Radiologie, Münster

Patrick Strauß, M. Sc., Institut für Klinische Radiologie, Münster

Dr. rer. nat. Georg Stamm, Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Göttingen

Die in diesem Leitfaden verwandten Personen- und Berufsbezeichnungen sind, auch wenn sie nur in einer Form auftreten, gleichwertig auf beide Geschlechter bezogen.

Alle Inhalte im vorliegenden Leitfaden wurden herstellerneutral formuliert.