



Schweizerische Gesellschaft für Strahlenbiologie und Medizinische Physik

Société Suisse de Radiobiologie et de Physique Médicale

Società Svizzera di Radiobiologia e di Fisica Medica



Schweizerischer Berufsverband für Medizinphysikerinnen und Medizinphysiker

Association professionnelle suisse des physiciens médicaux

Associazione professionale svizzera dei fisici medici

Swiss Society for Radiobiology and Medical Physics (SSRMP)

Member of the European Federation of Organisations for Medical Physics (EFOMP) and the International Organization for Medical Physics (IOMP)

Bedarf an Medizinphysikern und Medizinphysikerinnen in der Nuklearmedizin und bei dosisintensiven Röntgenverfahren

Bericht Nr. 20

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	5
2. Funktion der Medizinphysiker in der Medizin.....	6
2.1 Situation in den USA.....	7
2.2 Situation in Europa.....	8
2.3 Ziel des vorliegenden Berichts.....	8
3. Klinische Umsetzung	8
3.1 Personalstrategie	8
3.1.1 «Grosse» Zentren	9
3.1.2 «Kleine» Zentren.....	10
3.2 Personalbedarf.....	11
3.3 Verantwortlichkeiten von Medizinphysikern in der diagnostischen Radiologie	11
4. Schlussfolgerungen	13
5. Literatur.....	14
6. Mitglieder der Arbeitsgruppe.....	15

1. Einleitung

Ziel dieses Berichts ist es, eine Strategie zur Umsetzung von Artikel 74, Absatz 7 der Strahlenschutzverordnung aufzuzeigen, die am 1. Januar 2008 in Kraft trat [1]. Absatz 7 sieht vor, dass periodisch ein Medizinphysiker (mit SGSMP-Fachanerkennung) beizuziehen ist, um zu überprüfen, ob die nuklearmedizinischen Verfahren und dosisintensiven Röntgenanwendungen den Strahlenschutzbestimmungen genügen.

Die Hauptaufgabe dieser Arbeitsgruppe bestand darin, eine Strategie zur Präzisierung des Begriffs «periodisch» zu erarbeiten. Die vorgeschlagene Strategie wurde von Mitgliedern der SGSMP in enger Zusammenarbeit mit Mitarbeitenden des Bundesamtes für Gesundheit (BAG) erarbeitet. Wichtig ist die Feststellung, dass die Tätigkeit der Medizinphysiker im Rahmen von Artikel 74 keine Forschungsarbeiten beinhaltet.

In Kapitel 2 wird die Problematik beschrieben und begründet, weshalb für nuklearmedizinische Verfahren und dosisintensive Röntgenanwendungen Medizinphysiker beigezogen werden müssen. Als dosisintensive Anwendungen gemäss Artikel 74 Absatz 7 gelten Röntgenuntersuchungen, bei denen computertomographische bzw. durchleuchtungsgestützte interventionelle Anwendungen zum Einsatz kommen.

Kapitel 3 zeigt auf, wie Medizinphysiker einbezogen und die potenziellen Risiken dieser Anwendungen berücksichtigt werden können.

2. Funktion der Medizinphysiker in der Medizin

Es besteht ein allgemeiner Konsens darüber, welche Funktion die Medizinphysiker in der Strahlentherapie übernehmen. Konkret sind sie für alle technischen Aspekte bei der Erzeugung und Verwendung von ionisierender Strahlung zuständig, die mit der Sicherheit von Patienten und Personal zusammenhängen. Dazu gehört namentlich die Abnahme und Inbetriebnahme der Anlagen vor der ersten Anwendung an Patienten. Dies erfordert Fachwissen in den Bereichen Strahlenschutz und Physik. Die Ärzte sind verantwortlich für die Anwendung ionisierender Strahlung an Menschen und verlassen sich auf die Kompetenzen der Medizinphysiker, was die Verabreichung der verschriebenen Strahlendosen am richtigen Ort bei Krebspatienten betrifft. Das medizin-technische Personal (MTRA) stellt sicher, dass die verschriebene Dosis richtig verabreicht wird, indem es die Patienten entsprechend positioniert und mit ihnen kommuniziert. Es überprüft auch, ob das verwendete Protokoll den Anforderungen genügt, und ist integraler Bestandteil der Qualitätssicherungskette. MTRA arbeiten unter der Aufsicht von Ärzten und Medizinphysikern.

Derzeit wird in der Schweiz ionisierende Strahlung in der diagnostischen Radiologie und der Nuklearmedizin unter ärztlicher Aufsicht eingesetzt. Die Ärzte sind dabei nicht nur für die klinischen Aufgaben verantwortlich, sondern auch für alle technischen Aspekte im Zusammenhang mit der Erzeugung und der optimierten Anwendung ionisierender Strahlung. Diese Aufgaben hängen eng mit Physik zusammen. Zwar können die Ärzte zur Bewältigung gewisser technischer Aufgaben des Strahlenschutzes in den Bereichen Nuklearmedizin, Radiografie und CT auf MTRA zählen, den Einsatz von Durchleuchtungsanlagen beaufsichtigen sie jedoch im Allgemeinen allein. Dies ist insbesondere deshalb kritisch, weil bei der Durchleuchtung ein nicht vernachlässigbares Risiko besteht, Dosen abzugeben, die deutlich über der Schwelle deterministischer Wirkungen liegen. Zudem kann das Personal in der Umgebung der Anlagen relativ hohen Dosen ausgesetzt sein. Überdies liegt die Verantwortung für die Abnahme der radiologischen bzw. nuklearmedizinischen Anlagen ausschliesslich beim Hersteller, was eindeutig einem Interessenkonflikt gleichkommt.

Auch wenn diese Praxis in der Vergangenheit möglicherweise mehr oder weniger zufriedenstellend war, hat der technische Fortschritt der vergangenen zwei Jahrzehnte dazu geführt, dass gewisse Änderungen erforderlich sind, um die Sicherheit von Patienten und Personal zu gewährleisten. Die Anlagen werden immer komplexer und können relativ hohe Dosen abgeben. Gleichzeitig müssen für eine Diagnose immer mehr Informationen berücksichtigt werden. In einem solchen Kontext können Ärzte nicht gleichzeitig die Verantwortung sowohl für die klinischen als auch für die technischen Aspekte des Strahlenschutzes übernehmen. Wie in der Strahlentherapie sollte sich eine wissenschaftlich spezialisierte Fachperson (Medizinphysiker) um die technischen Aspekte des Strahlenschutzes kümmern. Selbst wenn die individuellen Patientendosen in der diagnostischen Radiologie deutlich niedriger sind als bei therapeutischen Anwendungen (Strahlentherapie), sind in der Radiologie grundsätzlich zwei grössere Risiken zu beachten: für den einzelnen Patienten das Risiko einer Strahlenbelastung der Haut, die den Schwellenwert für deterministische Strahlenschäden überschreitet, und für die Bevölkerung das Risiko einer höheren Kollektivdosis, was in den kommenden Jahren negative Auswirkungen auf das Risiko-Nutzen-Verhältnis der Radiologie haben könnte. Zusätzlich muss weiterhin konsequent darauf hingearbeitet werden, dass die Strahlenbelastung des Personals bei Durchleuchtungen so gering wie möglich gehalten wird.

In der Nuklearmedizin sind ebenfalls enorme Fortschritte erzielt worden und für die Beurteilung der Patienten werden in immer grösserem Umfang quantitative Daten erfasst.

Diese quantitativen Aspekte sind in hohem Masse von den Einstellungen und den physikalischen Eigenschaften der bildgebenden Systeme abhängig. Die Verantwortung lässt sich deshalb nicht einfach auf technisches Personal übertragen, das anderweitige Aufgaben in einer nuklearmedizinischen Abteilung und zu wenig Fachkenntnisse auf dem Gebiet der Medizinphysik hat. Bei gewissen Entwicklungen der Nuklearmedizin werden Isotope verwendet, deren Handhabung im Hinblick auf die Sicherheit von Patienten und Personal besondere Sorgfalt erfordert. Wie bei der diagnostischen Radiologie sollte auch für die technischen Aspekte des Strahlenschutzes in der Nuklearmedizin ein Medizinphysiker die Verantwortung übernehmen. Er soll die MTRA dabei unterstützen, einen optimalen Kompromiss zwischen der Strahlenbelastung von Patient und Personal einerseits und diagnostischen Informationen bzw. therapeutischem Nutzen andererseits zu erreichen.

Da die Systeme für bildgebende Verfahren immer hochentwickelter, komplexer und kostspieliger werden, besteht auf internationaler Ebene ein hoher Bedarf an Fachleuten, die sicherstellen, dass die Investitionen in diese Technologien optimal genutzt werden können. Deshalb wird in vielen Ländern der Fachbereich Medizinphysik gezielt weiterentwickelt. Ziel ist es, Medizinphysiker mit fundierten Fachkenntnissen in der diagnostischen Radiologie und der Nuklearmedizin auszubilden, die kosteneffizient einen hohen Standard bei der diagnostischen Untersuchung, beim Strahlenschutz und bei der Patientenbetreuung gewährleisten.

2.1 Situation in den USA

Bereits 1991 hielt die American Association of Physicists in Medicine (AAPM) in ihrem Bericht Nr. 33 [2] fest, dass Einrichtungen, in denen Verfahren der diagnostischen Radiologie (einschl. nuklearmedizinischer Verfahren) eingesetzt werden, gut ausgebildete Fachkräfte benötigen, um für eine ausreichende Patientenbetreuung zu sorgen. Entsprechende Medizinphysiker wurden dort als «diagnostic radiology physicists» bezeichnet. Diese sind unter anderem für die Auswahl, Evaluierung und Überwachung sowie für ein ausgewogenes Verhältnis zwischen den diagnostischen Daten und den mit diesen verbundenen Risiken zuständig. Gemäss Bericht Nr. 33, der sich speziell diesem Thema widmet, sollen sich diese Medizinphysiker direkt an Patientenbetreuung, Strahlenschutz, Lehre und administrativen Funktionen beteiligen. Es ist festzuhalten, dass auch eine Zertifizierung für diese Medizinphysiker durch eine eigens zu bestellende Kommission erwähnt wird.

Die aktuelle Beschreibung der AAPM zur Funktion des Medizinphysikers in der diagnostischen Radiologie sieht vor, dass diese Fachkräfte zum effizienten Einsatz bildgebender Verfahren der Radiologie beitragen, indem sie den Strahlenschutz sicherstellen und an der Optimierung der Einstellungen für bildgebende Verfahren mitarbeiten (z.B. Mammografie, CT, MRI, Sonografie). Sie sollen ausserdem zur Entwicklung therapeutischer Verfahren (z.B. Prostata-Implantate, stereotaktische Radiochirurgie) beitragen, zusammen mit Radioonkologen Behandlungspläne ausarbeiten und Anlagen und Verfahren beaufsichtigen. Interessant ist also in diesem Zusammenhang die Feststellung, dass in den USA die auf diagnostische Radiologie spezialisierten Medizinphysiker nicht nur für Verfahren mit ionisierender Strahlung zuständig sind, sondern auch für weitere bildgebende Verfahren wie MRI oder Sonografie. Von den Medizinphysikern sind gegenwärtig (in entwickelten Ländern) rund 75 % in der Strahlentherapie, 18 % im Bereich der Physik bildgebender Verfahren und 3 % in der Nuklearmedizin tätig [3-4]. Gemäss dem aktuellen Verzeichnis der AAPM-Mitglieder kommen in den USA auf eine Million Einwohner etwa 15 Medizinphysiker.

2.2 Situation in Europa

In Europa ist in Artikel 6 der EU-Richtlinie 97/43/Euratom über den Gesundheitsschutz von Personen gegen die Gefahren ionisierender Strahlung bei medizinischer Exposition [5] festgehalten, dass für diagnostische Verfahren die Beratung eines Medizinphysikers in Anspruch genommen werden sollte, um einen optimalen Strahlenschutz zu gewährleisten. Diese Empfehlung fand mit Artikel 74 Absatz 7 der Strahlenschutzverordnung auch Eingang in die schweizerische Gesetzgebung. Diese Aufnahme von Artikel 6 der EURATOM-Richtlinie in die Schweizer Gesetzgebung war von der Eidgenössischen Kommission für Strahlenschutz und Überwachung der Radioaktivität (KSR) in einer entsprechenden Stellungnahme vom April 2006 ausdrücklich empfohlen worden. Gemäss diesem Dokument ist die Situation in den einzelnen europäischen Ländern sehr unterschiedlich, was den offiziellen Beizug von Medizinphysikern in der diagnostischen Radiologie bzw. in der Nuklearmedizin betrifft: 1998 reichte das Spektrum von 1,1 bzw. 0,9 (Jugoslawien) bis 7,9 bzw. 9,3 (Schweden) Medizinphysikern pro Million Einwohner [6]. Gemäss den Angaben des schwedischen Berufsverbands der Medizinphysiker arbeiten in Schweden heute 2 Medizinphysiker pro Million Einwohner mit MRI, 2,5 Medizinphysiker pro Million Einwohner im Bereich der diagnostischen Radiologie und 5 Medizinphysiker pro Million Einwohner in nuklearmedizinischen Einrichtungen [7]. In der Schweiz arbeiten schätzungsweise je etwas mehr als ein Medizinphysiker pro Million Einwohner im Bereich der diagnostischen Radiologie mit ionisierender Strahlung und in der Nuklearmedizin (maximal 0,7 bzw. 0,6 Medizinphysiker pro Million Einwohner). Die Aufgaben dieser Medizinphysiker sind ausserdem noch nicht klar festgelegt. Oft werden sie eher als «Hilfskräfte» und nicht als vollwertige Partner wahrgenommen, die sich um den Strahlenschutz kümmern.

2.3 Ziel des vorliegenden Berichts

Ziel des vorliegenden Berichts ist es, eine Strategie vorzulegen, die in Einklang mit Artikel 74 der schweizerischen Strahlenschutzverordnung steht und damit den Strahlenschutz von Patienten und medizinischem Personal zu verbessern. Dabei ist darauf hinzuweisen, dass dieser Artikel eingeführt wurde, um die EURATOM-Anforderungen zu erfüllen. Im vorliegenden Bericht wird weiter vorgeschlagen, welche Verantwortlichkeiten den auf diagnostische Radiologie spezialisierten Medizinphysikern übertragen werden sollten.

3. Klinische Umsetzung

3.1 Personalstrategie

Die Arbeitsgruppe hat verschiedene Ansätze mit der Absicht geprüft, eine optimale Strategie zu erarbeiten, die den Schwerpunkt dort setzt, wo die Strahlungsrisiken am grössten sind. Beim ersten Ansatz wurden pro Radiologie- oder Nuklearmedizin-Abteilung in einem Spital, einer Klinik oder einer Privatpraxis ein bestimmtes Pensum für Medizinphysiker vorgesehen. Dieser Ansatz würde zwar in Einklang mit den Empfehlungen des europäischen Dachverbands für medizinische Physik (European Federation of Organisations in Medical Physics, EFOMP) [8] oder der AAPM stehen, er wäre aber sehr komplex und würde bedingen, dass der Bedarf an Medizinphysikern regelmässig überprüft wird, wenn in einem Zentrum ein Radiologie-System erworben wird oder wegfällt. Als alternativer Ansatz wurde vorgeschlagen, die Zentren, in denen medizinische Bildgebungsverfahren verwendet werden, in drei Kategorien gemäss FMH-Klassifikation einzuteilen. Auch dieser Ansatz war unbefriedigend, da innerhalb einer bestimmten FMH-Kategorie ein breites Spektrum von

Verfahren mit sehr unterschiedlichen radiologischen Risiken angewendet wird. Im Hinblick auf ein pragmatisches Vorgehen und eine effiziente Strahlenschutzstrategie schlägt die Arbeitsgruppe zwei Stossrichtungen vor: Die Hauptanstrengungen sollten sich auf Zentren konzentrieren, die komplexe Verfahren und Geräte einsetzen. Diese Zentren gelten als «grosse» Zentren und beinhalten die Zentren der Kategorien 1 und 2 gemäss FMH-Klassifikation. In diesen Zentren sollte alles daran gesetzt werden, dass die Personalvorgaben den internationalen Empfehlungen genügen. Deshalb sollten in diesen Zentren entsprechend ausgebildete Medizinphysiker auf Vertragsbasis eingebunden werden.

In kleineren Zentren ist zwar Fachwissen in Medizinphysik zweifellos wichtig, aber nicht ständig erforderlich, da vor allem standardisierte Verfahren zum Einsatz kommen. Für diese «kleinen» Zentren schlägt die Arbeitsgruppe eine Strategie vor, die eine regelmässige Schulung des Personals und Kontrollmassnahmen zur Sicherstellung eines ausreichenden Strahlenschutzes gewährleistet. Dazu ist auch eine Zusammenarbeit mit Medizinphysikern erforderlich. Weil die Risiken im Zusammenhang mit der Verwendung ionisierender Strahlen in «kleinen» Zentren jedoch geringer sind, kann dort mit dem Beizug von Medizinphysikern noch zugewartet und den «grossen» Zentren Priorität eingeräumt werden.

Derzeit reicht die Zahl der Medizinphysiker mit Fachanerkennung, die im Bereich Strahlentherapie arbeiten, zur Erfüllung der rechtlichen Anforderungen gerade aus (mindestens ein Medizinphysiker pro Linearbeschleuniger). Deshalb kann der Tätigkeitsbereich der zertifizierten Medizinphysiker, die in der Strahlentherapie arbeiten, nicht auf das Gebiet der medizinischen Bildgebung oder der Nuklearmedizin ausgedehnt werden, ohne dass dies ernsthafte Folgen für die Qualität und Sicherheit strahlentherapeutischer Massnahmen haben könnte.

3.1.1 «Grosse» Zentren

Als «grosse» Zentren gelten im vorliegenden Bericht Zentren, in denen viele nuklearmedizinische Anwendungen sowie komplexe dosisintensive Röntgenuntersuchungen durchgeführt werden.

Ob ein Spital, eine Klinik oder eine Privatpraxis zu den «grossen» Zentren gehört, soll nach Ansicht der Arbeitsgruppe anhand der Anzahl Medizinphysiker-Stellen in Vollzeitäquivalenten (VZÄ) gemäss Tabelle 1 bestimmt werden, wobei die Tabelle auf Daten aus der Literatur [2, 7] beruht. In dieser Tabelle sind die VZÄ pro System aufgeführt, das im Spital, in der Klinik oder in der Privatpraxis zur Verfügung steht. Laut Vorschlag der Arbeitsgruppe braucht es eine Medizinphysiker-Vollzeitstelle, wenn die resultierenden VZÄ mindestens 0,8 betragen (ein Ergebnis von 1,8 würde bedeuten, dass es zwei Medizinphysiker braucht usw.). Zum Verantwortungsbereich gehören alle technischen Aspekte des Strahlenschutzes (ohne Forschung) im Zusammenhang mit der Verwendung sämtlicher CT- und Mammographie-Systeme, Gammakameras sowie SPECT/CT- und PET/CT-Systeme eines Zentrums. Anzumerken ist dabei, dass die Tätigkeit der Medizinphysiker bei Bedarf zwischen Aufgaben für dosisintensive und solchen für nuklearmedizinische Untersuchungen aufgespalten werden kann.

Tabelle 1. Bedarf an Medizinphysikern mit Fachanerkennung

System	Medizinphysiker pro System (VZÄ)
CT	0,03
Durchleuchtung (I)	0,005
Durchleuchtung (II)	0,03
Mammographie	0,01
Radiografie (CR/DR)	0,005
Gammakamera-System	0,01
SPECT/CT, PET/CT	0,25
Aufgabe	Medizinphysiker (VZÄ)
Mitarbeit bei der metabolischen Strahlentherapie	0,05
Strahlenschutzkurse	0,1

Durchleuchtung (I): ohne Angiographie oder interventionelle Verfahren

Durchleuchtung (II): Angiographie oder interventionelle Verfahren (nicht nur in radiologischen Abteilungen)

Derzeit besteht ein drastischer Mangel an Medizinphysikern, wenn die gesetzlichen Vorgaben erfüllt werden sollen, die mit Artikel 74 Absatz 7 eingeführt wurden. Als Übergangsmassnahme schlägt die Arbeitsgruppe deswegen vor, den Beizug von Medizinphysikern zu akzeptieren, die sich auf die SGSMP-Fachanerkennung vorbereiten. Während ihrer Ausbildung sollten sie unter der Aufsicht eines zertifizierten Medizinphysikers arbeiten.

3.1.2 «Kleine» Zentren

Für alle übrigen Zentren könnten die Anforderungen bezüglich Strahlenschutz erfüllt werden, indem einerseits das Personal fortlaufend geschult wird und andererseits periodische Kontroll- und Beratungsbesuche stattfinden. Dabei schlägt die Arbeitsgruppe vor, die Schweiz in sieben Regionen zu unterteilen:

- Region Genfersee
- Mittelland
- Nordwestschweiz
- Zürich
- Ostschweiz
- Zentralschweiz
- Tessin

Die Arbeitsgruppe schlägt vor, dass in einem ersten Schritt für jede Region mindestens ein erfahrener Medizinphysiker (zum Beispiel ein Medizinphysiker mit SGSMP-Fachanerkennung und mindestens fünfjähriger Erfahrung) für röntgendiagnostische Anwendungen sowie ein erfahrener Medizinphysiker für Zentren einbezogen wird, die nuklearmedizinische Untersuchungen durchführen.

Der Vorteil eines solchen Ansatzes besteht darin, dass die Medizinphysiker mit Fachanerkennung, die in den kleinen Zentren (gemäss Definition) einbezogen werden, daneben in einem grossen Spital arbeiten und dort mit Berufskollegen Erfahrungen austauschen könnten. Sie würden so eine Art Kompetenzzentrum bilden, und die Zusammenarbeit mit Ärzten und technischem Personal würde einen auf die Bedürfnisse zugeschnittenen Strahlenschutz ermöglichen. Der andere Vorteil besteht darin, dass ein solcher Medizinphysiker administrativ einem «grossen» Zentrum angegliedert sein könnte, das Verträge mit «kleinen» Zentren abschliesst. Es könnte mit jedem «kleinen» Zentrum ein

Vertrag abgeschlossen werden, um die Arbeit des Medizinphysikers zu finanzieren, der administrativ gesehen zu einem «grossen» Zentrum gehört.

Der grösste Nachteil eines solchen Ansatzes besteht darin, dass diese erfahrenen Medizinphysiker die Zentren besuchen würden, ohne näher über die alltägliche Praxis im Bild zu sein. Wie bereits erwähnt, kommen jedoch in diesen Zentren vor allem Routineverfahren zur Anwendung. Am wichtigsten ist deshalb die Schulung der lokalen Strahlenschutzexperten, die Inbetriebnahme neuer Anlagen und die Durchführung von Audits für eine optimale Abwägung zwischen Dosis und Bildqualität.

3.2 Personalbedarf

International scheint eine Zahl von 10 bis 15 Medizinphysikern pro Million Einwohner in westlichen Ländern üblich. Wenn rund 20 % [3] dieser Medizinphysiker in der diagnostischen Radiologie tätig sind (Röntgendiagnostik und Nuklearmedizin), würden in der Schweiz in der Diagnostik zwischen 15 und 23 auf diagnostische Radiologie spezialisierte Medizinphysiker benötigt. Die Priorität liegt dabei bei den grossen Zentren. Hier würden mindestens 8 bis 12 Medizinphysiker benötigt, die speziell im Bereich Physik der diagnostischen Radiologie ausgebildet sind, und rund 6 bis 9 Medizinphysiker mit einer speziellen Ausbildung auf dem Gebiet der Physik der Nuklearmedizin. Als zweite Priorität müsste pro Region ein Medizinphysiker zur Verfügung stehen, der auf diagnostische Radiologie spezialisiert ist.

3.3 Verantwortlichkeiten von Medizinphysikern in der diagnostischen Radiologie

Gemäss IAEO [9] sollen auf diagnostische Radiologie spezialisierte Medizinphysiker in grossen Zentren folgende Aufgaben und Verantwortungen übernehmen:

Strahlenschutz

- Ein ausgebildeter Medizinphysiker sollte die für den Strahlenschutz verantwortliche Person sein.

Spezifizierung, Abnahmetests und Qualitätskontrolle der Anlagen

- Der Medizinphysiker sollte direkt in die Bereitstellung der Anlagen einbezogen werden und die Verantwortung für Abnahmetests und die Einführung regelmässiger Qualitätskontrollen übernehmen. Das medizin-technische Personal sollte die regelmässigen Qualitätskontrollen unter der Aufsicht eines Medizinphysikers durchführen.

Entwicklung und Validierung klinischer Studien

- Der Medizinphysiker sollte eng mit dem medizinischen Personal zusammenarbeiten, um dies bei der Durchführung der Studien technisch zu beraten.

Lehre

- Der Medizinphysiker sollte in die Ausbildung anderer Fachpersonen einbezogen werden, namentlich in den Bereichen Strahlenschutz und Funktionsprinzip der Anlagen.

Spezifisch betrifft dies:

Diagnostische Radiologie/Kardiologie/Gastroenterologie/Urologie

- Unterstützung der lokalen Fachperson für Strahlenschutz bei allgemeinen Themen zum Strahlenschutz (Abschirmung, Betrieb, Optimierung....)
- Organisation regelmässiger Weiterbildungen für das Personal
- Inbetriebnahme neuer Anlagen
- Aufsicht über die Qualitätskontrolle
- Überprüfen der technischen Anpassungen und Berechnungen der Hersteller
- Überprüfen der Konformität mit den DRW (Diagnostischen Dosis-Referenzwerten) bei Standard-Aufnahmeprotokollen
- Mentoring des medizin-technischen Personals und der Ärzte im Hinblick auf eine sichere Verwendung der Anlagen
- Messungen der Streustrahlung und Suche nach Lösungen, mit denen die Strahlenbelastung des Personals minimal gehalten werden kann
- Systematisches Sammeln von Daten über die Patientendosen zur Anpassung der DRW
- Abschätzung der Patientendosen
- Überprüfung der Ergebnisse der bei den Anlagen durchgeführten Stabilitätstests
- Diskussion der Ergebnisse mit Fachpersonen vor Ort

Nuklearmedizin

- Unterstützung der lokalen Fachperson für Strahlenschutz bei allgemeinen Themen zum Strahlenschutz (Abschirmung, Betrieb, Optimierung....)
- Organisation regelmässiger Weiterbildungen für das Personal
- Inbetriebnahme neuer Anlagen
- Aufsicht über die Qualitätskontrolle
- Überprüfen der technischen Anpassungen und Berechnungen der Hersteller
- Sicherstellen der quantitativen Aspekte der Messungen
- Überprüfung der Konformität mit den DRW bei Standard-Aufnahmeprotokollen
- Mentoring des medizin-technischen Personals und der Ärzte im Hinblick auf eine sichere Verwendung der Anlagen
- Messungen der Streustrahlung und Suche nach Lösungen, mit denen die Strahlenbelastung des Personals minimal gehalten werden kann
- Systematisches Sammeln von Daten über die Patientendosen zur Anpassung der DRW
- Abschätzung der Patientendosen
- Prüfung der Möglichkeit von Bildfusionen (multimodale Bildgebung)
- Überprüfung der Ergebnisse der bei den Anlagen durchgeführten Stabilitätstests

- Diskussion der Ergebnisse mit Fachpersonen vor Ort
- Strahlenschutz bei der metabolischen Strahlentherapie

Die Pflichten und Verantwortlichkeiten von Medizinphysikern für diagnostische Radiologie in kleinen Zentren könnten sich auf Schulungen und Audit-Aufgaben konzentrieren.

4. Schlussfolgerungen

Der vorliegende Bericht bietet einen Überblick zur internationalen Praxis im Umgang mit technischen Aspekten des Strahlenschutzes in der Medizin ausserhalb von Abteilungen für Strahlentherapie. Bei den für die Schweiz vorgeschlagenen Optionen liegt der Schwerpunkt auf Situationen, in denen wesentliche Verbesserungen notwendig sind, um die radiologische Sicherheit der Patienten zu gewährleisten. Bis ein detaillierter Plan zur Ausbildung anerkannter Medizinphysiker vorliegt, der die Bereiche diagnostische Radiologie und Nuklearmedizin ausreichend berücksichtigt, wird vorgeschlagen, bereits anerkannte Medizinphysiker zusätzlich zu schulen, zum Beispiel im Rahmen einer zweiwöchigen Sommerschule.

5. Literatur

- [1] http://www.admin.ch/ch/d/sr/814_501/index.html (27.5.2010)
- [2] Staffing levels and responsibilities of physicists in diagnostic radiology – AAPM Report 33, 1991.
- [3] <http://faculty.kfupm.edu.sa/PHYS/maalej/Maalej%20Web%20documents/Presentations/Futtre%20of%20Medical%20Physics%20in%20KSA.pdf> (27.5.2010)
- [4] <http://adsabs.harvard.edu/abs/2006APS..APR.P6003H> (27.5.2010)
- [5] http://ec.europa.eu/energy/nuclear/radioprotection/doc/legislation/9743_en.pdf (27.5.2010)
- [6] P. Dendy and K. A. Jessen. 1998 Update of EFOMP Survey on Qualified and Experienced Medical Physicists. *Physica Medica* XV(2) 1999.
- [7] Prof. A. Tingberg (Medizinphysiker – Lund University Hospital – Schweden), persönliche Mitteilung
- [8] <http://www.efomp.org/online/images/docs/policy/policy4.html> (27.5.2010)
- [9] IAEA, Nuclear medicine resources manual – Chapter 2: Human resource development, Wien 2006

6. Mitglieder der Arbeitsgruppe

Sébastien Baechler	CHUV-IRA, Lausanne
Michela Chianello	Clinique La Source, Lausanne
Frédéric Corminboeuf	Inselspital Bern
Roberto Mini	Inselspital Bern
Regina Mueller	PSI, Villigen
Samuel Peters	Kantonsspital St. Gallen
Nicolas Stritt	BAG, Bern
Stefano Presilla	Kantonsspital Luzern
Hans W. Roser	Universitätsspital Basel
Jakob Roth	Arisdorf
Wolf Seelentag	Kantonsspital St. Gallen
Philipp Trueb	FOPH, Bern
Francis R. Verdun (Vorsitz)	CHUV-IRA, Lausanne