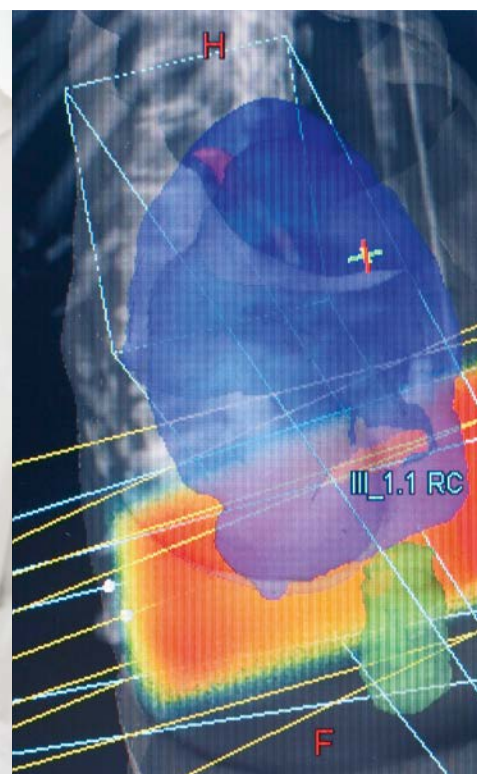


Radio-Onkologiezentrum Biel–Seeland–Berner Jura
Centre de radio-oncologie Bienne–Seeland–Jura Bernois

2016 | 17





Prof. Dr. med. Johannes Baumann
Verwaltungsratspräsident
Président du conseil d'administration

Das Radio-Onkologiezentrum Biel–Seeland–Berner Jura (ROZ) hat unter grossem Einsatz seines Teams und mit personeller und wissenschaftlicher Unterstützung durch das Inselspital Bern sowie mit spitaltechnischer und administrativer Hilfe der Privatklinik Linde in enger Zusammenarbeit mit dem Spitalzentrum Biel, dem Hôpital du Jura bernois und den zuweisenden Ärzten erneut ein erfolgreiches Jahr abgeschlossen. Dank seiner erfolgreichen Tätigkeit ist das ROZ schuldenfrei und verfügt über die finanziellen Reserven, um auch für die nähere Zukunft gewappnet zu sein. Letztere ist im Hinblick auf die bevorstehende Revision der medizinischen Tarife, welche auch die Radio-Onkologie betrifft, ungewiss. In Anbetracht der soliden finanziellen Situation hat der Verwaltungsrat beschlossen, im Verlauf der kommenden drei Jahre in die Modernisierung der Geräte zu investieren.

Im Januar 2017 wurde der erste, mit zwölf Jahren ins «Alter» gekommene Linearbeschleuniger durch ein modernes Gerät ersetzt. Vorgängig wurde, wie dem Beitrag des Leiters der Physik, Dr. Daniel Vetterli, zu entnehmen ist, ein neuartiges Oberflächenerkennungssystem angeschafft. Auch der Ersatz des zweiten, um vier Jahre jüngeren Beschleunigers wurde in die Planung einbezogen. Der Verwaltungsrat und vor allem die Geschäftsleitung waren somit 2016 durch besonders verantwortungsvolle Aufgaben gefordert.

Neben der technischen Aufrüstung wurde auch eine Reorganisation des Verwaltungsrats in Angriff genommen. Ein erster nach aussen sichtbarer Schritt erfolgte am 31.12.2016 mit der Übertragung der Präsidentschaft an Frau Franziska Borer Winzenried. Da die Entwicklung des ROZ anlässlich des 10-Jahre-Jubiläums ausführlich dargestellt worden ist, möchte ich meinen Rücktritt lediglich mit einem ganz herzlichen Dank an alle verbinden, welche das ROZ in den fünfzehn Jahren seit dessen Gründung unterstützt haben.

Le Centre de radio-oncologie Bienne–Seeland–Jura Bernois a connu, encore une fois, une année réussie grâce à la forte implication de son équipe ainsi qu'au soutien du personnel et des scientifiques de l'Hôpital de l'Île, Berne, et à l'assistance technique et administrative de la Clinique des Tilleuls en étroite collaboration avec le Centre hospitalier Bienne, l'Hôpital du Jura bernois et les médecins agréés. Grâce à un bilan positif, le Centre de radio-oncologie est exempt de dettes et possède des réserves financières grâce auxquelles il est également armé pour aborder l'avenir proche. Celui-ci est en effet incertain en raison de la révision imminente des tarifs médicaux qui touche également la radio-oncologie. Étant donné la situation financière solide du Centre, le conseil d'administration a décidé d'investir dans la modernisation des appareils dans les trois années à venir.

Au mois de janvier 2017, le premier accélérateur linéaire, désormais «obsolète» au bout de 12 ans de service, a été remplacé par un appareil moderne. Au préalable, comme l'indique l'article du responsable de l'équipe de physique, le Dr Daniel Vetterli, le Centre a fait l'acquisition d'un tout nouveau système de reconstruction de surfaces. Le remplacement du deuxième accélérateur, de quatre ans plus récent, a été prévu également dans la planification. Le conseil d'administration et surtout la direction ont ainsi eu à s'acquitter de tâches de responsabilité particulièrement importantes en 2016.

Outre la modernisation de l'équipement technique, une réorganisation du conseil d'administration a également débuté. Une première étape, visible pour tous, a eu lieu le 31.12.2016 avec la transmission de la présidence à Madame Franziska Borer Winzenried. Étant donné que l'évolution du Centre de radio-oncologie Bienne–Seeland–Jura Bernois a déjà été présentée en détail à l'occasion de son 10^e anniversaire, je me contenterai de profiter de mon départ pour remercier chaleureusement tous ceux qui ont soutenu le Centre depuis sa fondation, il y a quinze ans.

Herzschonung bei linksseitigem Brustkrebs durch atemgesteuerte Bestrahlung



Dr. phil. nat. Daniel Vetterli
Leitender Medizinphysiker
Physicien médical responsable

Die postoperative Strahlentherapie der weiblichen Brust gehört heutzutage zur Standardbehandlung des Mamma-Karzinoms. Wie immer in der Strahlentherapie ist es oberstes Gebot, nur das Zielvolumen, hier die Brustdrüse, mit der verordneten Dosis zu bestrahlen und die Risikoorgane bestmöglich zu schonen. Aus diesem Grund erfolgt die Bestrahlung in der Regel über tangential Gegenfelder, weil sich damit Lunge und Herz der Patientinnen am besten schonen lassen. Jedoch lässt sich, abhängig von der Anatomie, bei der Bestrahlung der linksseitigen Brust nicht immer verhindern, dass ein Teil des Herzens im bestrahlten Volumen liegt. Eine neuere Studie konnte nun zeigen, dass es einen direkten linearen Zusammenhang gibt zwischen der mittleren Herzdosis und dem Risiko einer späteren Herzerkrankung. Die zur Therapie des Mamma-Karzinoms eingesetzten Chemotherapeutika entfalten oft eine kardiotoxische Wirkung und das Herz ist somit zu Beginn der Strahlentherapie unter Umständen schon geschwächt. Um bei diesen Patientinnen das Risiko von strahlenbedingten Spätnebenwirkungen am Herzen so klein wie möglich zu halten, ist es wichtig, die Herzschonung zu verbessern. Dies gelingt mit der atemgesteuerten Bestrahlung in tiefer Inspiration. Durch das tiefe Einatmen und Atemanhalten (engl. DIBH, Deep Inspiration Breath Hold) wird das Herz im Brustraum nach hinten und unten verschoben und der Abstand zum Bestrahlungsvolumen, der Brust, vergrößert sich (Abb. 1). Dadurch wird das Herz aus dem Strahlenfeld entfernt und optimal geschont (Abb. 2). Gleichzeitig lässt sich in Inspiration auch die Lungenbelastung vermindern, da anteilmässig weniger Lungenvolumen im Hochdosisbereich liegt. Diese Effekte führen zu einer Verminderung des Risikos von strahlenbedingten Herz- und Lungenschädigungen, ohne das eigentli-

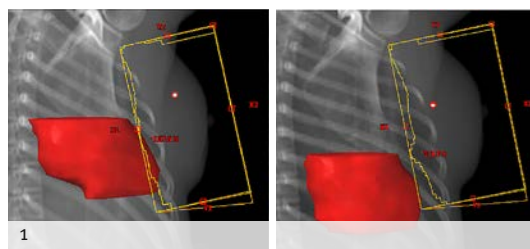


Abb. 1: Aus CT-Aufnahmen digital rekonstruierte Röntgenbilder in Bestrahlungsrichtung mit der Kontur des Bestrahlungsfeldes (gelb).

Links: in Atemmittellage, rechts: in Inspiration. Das Herz (rote Struktur) hat in Inspiration einen deutlich grösseren Abstand zum Zielvolumen (Mamma) und liegt nicht mehr im Bestrahlungsvolumen.

Abb. 2: Therapieplan mit Dosisverteilung bei der Mamma-Bestrahlung mit tangentialen Feldern. Im Gegensatz zur Atemmittellage (links) liegt das Herz (rote Kontur) bei Inspiration (rechts) nicht mehr im Hochdosisbereich (rote Fläche) und somit ist die bestrahlungsbedingte Belastung deutlich geringer.

Protection du cœur lors d'un cancer du sein gauche grâce à l'irradiation asservie à la respiration

À l'heure actuelle, la radiothérapie post-opératoire des seins de la femme fait partie du traitement standard du carcinome mammaire. Comme toujours en radiothérapie, il est impératif d'irradier uniquement le volume cible, c'est-à-dire la glande mammaire dans ce cas, avec la dose prescrite et de préserver autant que possible les organes à risque. Pour cette raison, l'irradiation se fait généralement via des contre-champs tangentiels, parce que c'est la meilleure manière de ménager les poumons et le cœur des patientes. Malgré tout, il n'est pas toujours possible, suivant l'anatomie, d'éviter qu'une partie du cœur se trouve à l'intérieur du volume irradié lors de l'irradiation du sein gauche. Une étude plus récente a permis de montrer qu'il existe un rapport linéaire direct entre la dose moyenne reçue par le cœur et le risque d'une maladie cardiaque ultérieure. Les drogues chimiothérapeutiques utilisées dans le traitement du carcinome mammaire ont souvent des effets cardiotoxiques et dans certaines circonstances, le cœur est déjà affaibli lorsque la radiothérapie commence. Pour veiller à ce que le cœur des patientes soit exposé aussi peu que possible au risque d'effets secondaires tardifs dus aux rayons, il est important de ménager davantage cet organe spécifique. On y parvient avec l'irradiation asservie à la respiration en inspiration profonde. Grâce au blocage inspiratoire profond BIP (DIBH ou Deep Inspiration Breath Hold en anglais), le cœur dans la cage thoracique est refoulé vers l'arrière et vers le bas tandis que l'écart avec le volume irradié, la poitrine, s'élargit (photo 1). De cette manière, le cœur ne se trouve plus dans le champ d'irradiation et il est donc parfaitement préservé (photo 2). En parallèle, l'inspiration permet également de réduire l'exposition du poumon car le volume pulmonaire qui se trouve dans la zone irradiée avec

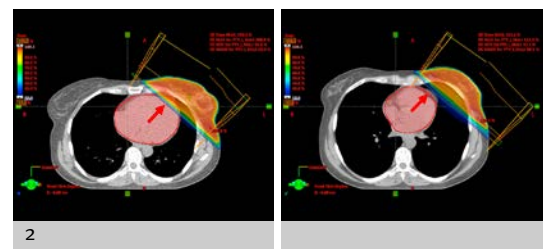


Photo 1: radios numériquement reconstituées à partir d'examens tomодensitométriques dans le sens de l'irradiation avec le contour du champ d'irradiation (jaune).

À gauche: en position respiratoire moyenne.

À droite: en inspiration. Le cœur (structure rouge) est nettement plus éloigné du volume cible (sein) en inspiration et ne se trouve plus à l'intérieur du volume irradié.

Photo 2: plan thérapeutique avec répartition de la dose lors de l'irradiation mammaire avec des champs tangentiels. Contrairement à la position respiratoire moyenne (à gauche), le cœur (contour rouge) ne se trouve plus dans la zone irradiée à dose élevée (surface rouge) en inspiration et l'exposition due à l'irradiation est donc considérablement plus faible.

che Ziel, die Brustdrüse mit der verordneten Dosis zu bestrahlen, zu beeinträchtigen.

Um die Therapie in DIBH anbieten zu können, wird ein System zur Kontrolle der Atemlage der Patientinnen benötigt. Nach einer sorgfältigen Evaluation haben wir uns für ein neuartiges optisches 3-D-Oberflächenerkennungssystem, AlignRT der Firma VisionRT, entschieden, dessen Vorteil darin besteht, dass es nicht nur ausschliesslich für die Therapie in DIBH einsetzbar ist. AlignRT wurde am ROZ im September 2016 in Betrieb genommen und bietet eine Lösung oder Hilfestellung für drei wichtige Bereiche:

- Patientenlagerung
- Patientenüberwachung während der Bestrahlung
- Kontrolle der Atemlage bei Bestrahlung in DIBH

Das System verwendet drei Einheiten bestehend je aus Projektor und Kamera, welche an der Decke des Bestrahlungsraums montiert sind (Abb. 3). Die Kameras erfassen aus unterschiedlichen Richtungen ein rotes Fleckenmuster, welches auf die Patientenoberfläche projiziert wird. Die AlignRT-Software erstellt aus dieser Information in Echtzeit durch Triangulation ein 3-D-Bild der Patientenoberfläche im Raum, welche mit der im vorgängigen Planungsprozess ermittelten Referenzoberfläche verglichen wird. Abweichungen werden von der Software in sechs Freiheitsgraden (Translation und Rotation) berechnet und auf dem Bildschirm in Form von Balken dargestellt (Abb. 4). Zu den Vorzügen von AlignRT

une dose élevée est proportionnellement plus faible. Ces effets entraînent une diminution du risque de lésions cardiaques et pulmonaires dues aux rayons, sans aucune influence quelconque sur l'objectif proprement dit, à savoir l'irradiation de la glande mammaire à la dose prescrite.

Pour pouvoir proposer la radiothérapie en BIP, il faut un système pour contrôler la position respiratoire des patientes. Après une évaluation minutieuse, nous avons opté pour un tout nouveau système optique d'acquisition de surfaces en 3 dimensions, AlignRT de la société VisionRT, dont l'avantage réside dans le fait que son utilisation ne se limite pas exclusivement à la thérapie en BIP. AlignRT a été mis en service au Centre de radio-oncologie Bienne – Seeland – Jura Bernois au mois de septembre 2016 et offre une solution ou un outil pour trois domaines importants:

- positionnement du patient
- surveillance du patient pendant l'irradiation
- contrôle de la position respiratoire lors d'une irradiation en BIP

Le système utilise trois modules qui comprennent chacun un projecteur et une caméra et qui sont montés au plafond de la salle de traitement (photo 3). Les caméras enregistrent sous des angles différents un motif rouge, qui est projeté sur le patient. À partir de ces informations, le logiciel AlignRT reconstruit en temps réel par triangulation une image en trois dimensions dans l'espace qui est



Abb. 3: Die drei Einheiten an der Decke projizieren je ein rotes Fleckenmuster auf die Patientenoberfläche, welches von den Kameras erfasst wird. Die Software AlignRT berechnet daraus in Echtzeit eine 3-D-Patientenoberfläche.

Abb. 4: Abweichungen der aktuellen Patientenposition zur Referenzposition werden in sechs Freiheitsgraden in Form von Balken dargestellt. In diesem Beispiel besteht eine Abweichung in longitudinaler (LNG) Richtung von 10,3 mm.

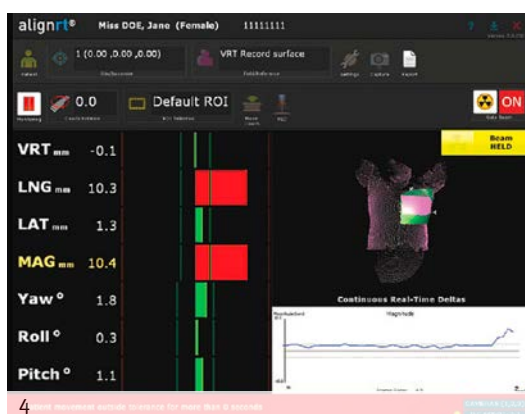


Photo 3: les trois modules au plafond projettent chacun un motif rouge sur le patient qui est enregistré par les caméras. Le logiciel AlignRT reconstruit en temps réel une surface en trois dimensions du patient à partir de ces résultats.

Photo 4: les différences entre la position actuelle du patient et la position de référence sont représentées dans six degrés de liberté sous forme de barres. Dans cet exemple, il existe une différence de 10,3 mm dans le sens longitudinal (LNG).

zählt, dass es sich um ein nicht-invasives, berührungsfreies System handelt und dass für die Bildgebung unschädliches Licht verwendet wird. Somit kann bei dieser Art der Bildgebung eine zusätzliche Belastung mit Röntgenstrahlen vermieden werden. Sie ist vor allem für oberflächennahe Bestrahlungsregionen, wie Brust oder Brustwand, vorteilhaft gegenüber der Bildgebung unter Verwendung von Röntgenstrahlen.

Patientenlagerung

Vor jeder einzelnen Bestrahlung muss jeweils sichergestellt werden, dass der Patient korrekt gelagert ist. Dies wird üblicherweise mithilfe von Hautmarkierungen realisiert, welche mit Laserlinien in Übereinstimmung gebracht werden müssen. Diese Methode ist weder besonders präzise noch für den Patienten besonders angenehm, müssen doch die Hautmarkierungen so «gepflegt» werden, dass sie über mehrere Wochen erhalten bleiben. Auch können diese Markierungen zu Hautirritationen führen. Dank AlignRT kann die Lagerung meist ohne die ungeliebten Hautmarkierungen vorgenommen werden und es wird gleichzeitig eine erhöhte und kontinuierlichere Präzision der täglichen Lagerung erreicht. Es ist unser Ziel, mittelfristig bei einigen Indikationen gänzlich auf die Hautmarkierungen zu verzichten. Ein weiterer Vorteil von AlignRT liegt darin, dass Veränderungen der Körperoberfläche im Verlauf der Therapie, z.B. Brustschwellung oder Tumorrückbildung, sichtbar werden und somit die Therapie auf die neue Situation angepasst werden kann.

Patientenüberwachung

Bis anhin war die lückenlose Überwachung der korrekten Patientenposition während der Therapie nur rudimentär möglich. Eine Fachperson musste die Patienten auf einem Videobildschirm laufend beobachten und bei einer Patientenbewegung (z.B. Husten) die Bestrahlung sofort manuell unterbrechen. AlignRT ermöglicht die präzise Überwachung der Patientenposition während der ganzen Bestrahlungsdauer. Abweichungen ausserhalb individuell festgelegter Toleranzen werden registriert und die Bestrahlung wird automatisch so lange unterbrochen, bis die korrekte Position wiederhergestellt ist. Diese lückenlose Überwachung ist vor allem bei Hochdosis-Präzisionsbestrahlungen von grosser Wichtigkeit.

comparée à la surface de référence définie dans le processus de planification. Les différences sont calculées par le logiciel dans six degrés de liberté (modes de translation et rotation) et représentées sur le moniteur sous forme de barres (photo 4). AlignRT possède plusieurs atouts: il s'agit p. ex. d'un système non-invasif et sans contact et la lumière qu'il utilise pour l'imagerie est inoffensive. Il est donc possible dans ce type d'imagerie d'éviter une exposition supplémentaire aux rayons X. Elle présente de nombreux avantages par comparaison avec l'imagerie qui utilise les rayons X, notamment pour les régions irradiées proches de la surface comme la poitrine ou la cage thoracique.

Positionnement du patient

Avant chaque séance de traitement, il faut chaque fois s'assurer que le patient est correctement positionné. Pour ce faire, on positionne habituellement des marqueurs sur la peau qui doivent être mis en correspondance avec les lignes laser. Cette méthode n'est ni particulièrement précise, ni particulièrement agréable pour le patient, car il faut «entretenir» les marques sur la peau pour pouvoir les conserver pendant plusieurs semaines. Ces marques peuvent également provoquer des irritations cutanées. Grâce à AlignRT, le positionnement peut généralement se faire sans ces marques déplorables et on obtient en parallèle une précision continue et accrue du positionnement quotidien. Notre objectif est de renoncer à moyen terme à ces marques dans certaines indications. AlignRT possède un autre avantage, à savoir que les modifications de la surface du corps au cours du traitement, p. ex. un gonflement mammaire ou une régression de la tumeur, sont visibles et que le traitement peut donc être adapté à la nouvelle situation.

Surveillance du patient

Jusqu'à présent, la surveillance sans faille du positionnement correct du patient pendant le traitement n'était possible que de manière sommaire. Un spécialiste devait surveiller en permanence les patients sur un écran vidéo et interrompre immédiatement le traitement de manière manuelle au moindre mouvement du patient (en cas de toux, p. ex.). AlignRT permet une surveillance précise de la position du patient pendant toute la durée de la séance de traitement. Les différences en dehors des tolérances définies individuellement sont enregistrées et le traitement est automatiquement interrompu jusqu'à ce que le patient soit à nouveau positionné correctement. Cette surveillance sans faille est très importante, notamment lors d'irradiations de précision à dose élevée.

Kontrolle der Atemlage bei Bestrahlung in DIBH

Wie eingangs erwähnt, ist für die linksseitige Brustbestrahlung, aber auch für andere Indikationen, die Behandlung in DIBH oft vorteilhaft für die Schonung der Risikoorgane. Um dies beurteilen zu können, wird unter freier Atmung und in DIBH je ein Computertomogramm (CT) aufgenommen und für beide Situationen ein Bestrahlungsplan erstellt. Fällt die Beurteilung zugunsten der Behandlung in DIBH aus, muss sichergestellt werden, dass die Patientinnen bei jeder Fraktion in gleicher Atemlage, wie bei der Aufnahme vom DIBH-Planungs-CT, bestrahlt werden. Dazu wird die DIBH-Körperoberfläche aus dem Planungssystem exportiert und als Referenzoberfläche ins AlignRT importiert. Bei jeder Bestrahlung wird mit dem AlignRT, wie bereits erwähnt, die aktuelle Körperoberfläche erfasst und mit der Referenz verglichen. Die Herausforderung für die Patientinnen besteht nun darin, die Atmung (Inspiration) so anzupassen, dass die beiden Oberflächen übereinstimmen. Zur Hilfe wird die Abweichung auf einem für die Patientin einsehbaren Display angezeigt. Sobald sich die Abweichung innerhalb festgelegter Toleranzen befindet, wird die Strahlung frei gegeben. Während der ganzen Bestrahlungsdauer von ca. zwanzig Sekunden wird die Atemlage von AlignRT kontinuierlich überwacht.

Dank der Installation des Oberflächenerkennungssystems AlignRT können wir nun die atemgesteuerte Strahlentherapie in tiefer Inspiration anbieten. Da Bestrahlungen in DIBH nicht nur für das Radio-Onkologie-Team, sondern auch für Patienten und Patientinnen recht anspruchsvoll sind, muss der Vorteil dieser Technik jeweils individuell sorgfältig abgeklärt werden.

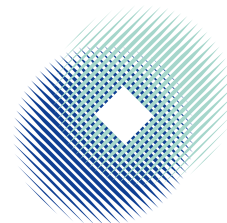
Contrôle de la position respiratoire en cas d'irradiation en BIP

Ainsi que cela a été mentionné au départ, le traitement avec la technique en BIP est souvent avantageux pour ménager les organes à risque lors d'une irradiation du sein gauche ainsi que pour d'autres indications. Pour pouvoir en juger, on fait deux examens tomодensitométriques, l'un en respiration libre, l'autre en blocage inspiratoire profond et on établit un plan d'irradiation pour les deux situations. Si le traitement avec la technique en BIP est choisi après l'évaluation, il faut s'assurer que les patientes sont irradiées à chaque fraction dans la même position respiratoire que durant l'examen tomодensitométrique en BIP utilisé pour la planification. Pour ce faire, la surface du corps en BIP est exportée du système de planification et importée comme surface de référence dans le système AlignRT. À chaque irradiation, on enregistre avec AlignRT, ainsi que cela a déjà été mentionné, les contours actuels du corps et on les compare à l'image de référence. Le défi pour les patientes consiste à adapter leur respiration (inspiration) de manière à ce que les deux surfaces concordent. Pour y parvenir, la différence est affichée sur un écran visible pour la patiente. Dès que la différence se trouve dans les tolérances définies, l'irradiation est autorisée. Pendant toute l'irradiation, qui dure environ vingt secondes, la position respiratoire est surveillée en continu par le système AlignRT.

Grâce à l'installation du système d'acquisition de surfaces AlignRT, nous pouvons maintenant proposer la radiothérapie asservie à la respiration en inspiration profonde. Étant donné que les irradiations en BIP sont très délicates, non seulement pour l'équipe de radio-oncologie, mais aussi pour les patientes et les patients, l'avantage de cette technique doit être clarifié minutieusement au cas par cas.

Radio-Onkologiezentrum
Biel–Seeland– Berner Jura AG
Rebenweg 38, 2503 Biel
T 032 366 81 11 F 032 366 81 12
E-Mail info@radioonkologie.ch
www.radioonkologie.ch

Centre de radio-oncologie
Bienne–Seeland–Jura Bernois SA
Chemin des Vignes 38, 2503 Bienne
T 032 366 81 11 F 032 366 81 12
E-mail info@radiooncologie.ch
www.radiooncologie.ch



Chefarzt

Dr. med. Karl Thomas Beer

Médecin-chef

Dr. med. Karl Thomas Beer

Leitender Physiker

Dr. phil. nat. Daniel Vetterli

Physicien responsable

Dr. phil. nat. Daniel Vetterli

Administration

Yvonne Häberli

Administration

Yvonne Häberli

Verwaltungsrat

Prof. Dr. med. Johannes M. Baumann, Präsident
bis 31.12.2016

Lic. lur. Franziska Borer Winzenried, Präsidentin
ab 1.1.2017

Prof. Dr. med. Urban Laffer, Vizepräsident

Dr. rer. pol. Kurt Aeberhard

Dr. med. Urs Aebi

Dr. med. Thomas Nierle

Lic. lur. Cyrill Ranft, Rechtsanwalt

Prof. Dr. med. Andreas Tobler, Vertreter
Inselspital Bern

Conseil d'administration

Prof. Dr. med. Johannes M. Baumann, président
jusqu'au 31.12.2016

Lic. lur. Franziska Borer Winzenried, présidente
à partir du 1.1.2017

Prof. Dr. med. Urban Laffer, vice-président

Dr. rer. pol. Kurt Aeberhard

Dr. med. Urs Aebi

Dr. med. Thomas Nierle

Lic. lur. Cyrill Ranft, avocat

Prof. Dr. med. Andreas Tobler, représentant
de l'Hôpital de l'Île, Berne

Partner/Partenaires:

