

Aus dem  
Charité Centrum 6 für diagnostische und  
interventionelle Radiologie und Nuklearmedizin  
Klinik für Radiologie der Charité Campus Virchow-Klinikum  
(Direktor: Professor Dr. med. Bernd Hamm)

## **Habilitationsschrift**

### **Patienten- und Kostenmanagement in der Radiologie**

Zur Erlangung der Venia legendi  
für das Fach Radiologie

vorgelegt dem Fakultätsrat der Medizinischen Fakultät  
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

**Dr. med. Martin Maurer**  
**geboren am 06.08.1978 in Münster**

Eingereicht: März 2012  
Dekanin: Prof. Dr. med. Annette Grütters-Kieslich  
1. Gutachter: Prof. Dr. med. Michael Forsting  
2. Gutachter: Prof. Dr. med. Stefan Schönberg

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abkürzungen und Symbole .....</b>	<b>I</b>
<b>Abbildungen und Tabellen.....</b>	<b>III</b>
<b>1. Einleitung und Fragestellung .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Methoden des Patienten- und Kostenmanagements in der Radiologie.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1 Patientenmanagement .....</b>	<b>5</b>
2.1.1 ServiceBlueprint-Methode .....	6
2.1.2 Methoden zur Evaluation der Patientenzufriedenheit .....	8
2.1.2.1 Fragebogentechniken .....	9
2.1.2.2 Critical Incident Methode .....	10
2.1.2.3 Sequentielle Ereignismethode .....	11
<b>2.2 Kostenmanagement .....</b>	<b>12</b>
2.2.1 Kostenbegriffe .....	12
2.2.2 Grundformen gesundheitsökonomischer Evaluation und deren Anwendung in der Radiologie.....	15
2.2.3 Sensitivitätsanalysen .....	18
<b>3. Eigene Arbeiten .....</b>	<b>19</b>
<b>3.1 Patientenmanagement .....</b>	<b>19</b>
3.1.1 ServiceBlueprinting als eine Dienstleistungs-Management-Methode in der Radiologie ( <b>Originalarbeit 1</b> ).....	19
3.1.2 Methoden zur Messung der Patientenzufriedenheit in der Radiologie ( <b>Originalarbeit 2</b> ).....	26
3.1.3 Patientenzufriedenheit bei der Implantation venöser Portkatheter ( <b>Originalarbeit 3</b> ).....	36
<b>3.2 Kostenmanagement .....</b>	<b>45</b>
3.2.1 Kostenvergleichsanalyse von zwei diagnostischen Algorithmen bei der Erstdiagnostik des Rektumkarzinoms ( <b>Originalarbeit 4</b> ) .....	45
3.2.2 Analyse der Kosten von Ultraschallverlaufskontrollen bei polytraumatisierten Patienten ( <b>Originalarbeit 5</b> ).....	58
3.2.3 Kostenvergleich der <sup>111</sup> In-DTPA-Octreotid-Szintigraphie und der <sup>68</sup> Ga-DOTATOC PET/CT beim Staging neuroendokriner Tumoren ( <b>Originalarbeit 6</b> ).....	67

<b>4. Diskussion .....</b>	<b>80</b>
<b>5. Zusammenfassung .....</b>	<b>95</b>
<b>6. Liste der in diese Schrift einbezogenen Publikationen.....</b>	<b>98</b>
<b>7. Literaturangaben .....</b>	<b>99</b>
<b>Danksagung .....</b>	<b>112</b>

## Abkürzungen und Symbole

CIT	Critical Incident Technik
CT	Computertomographie
DIN	Deutsches Institut für Normung
DOTATOC	DOTA(0)-Phe(1)-Tyr(3)octreotid, Edotreotid
DRG	Diagnosis Related Group
DTPA	Diethylentriaminpentaessigsäure
engl.	englisch
EOB	Ethoxybenzyl
et al.	lat. et alii oder et aliae, dt. und andere
€	Euro
EUR	Euro
FAST	engl. focused assessment with sonography for trauma
Ga	Gallium
GBP	britisches Pfund
Gd	Gadolinium
In	Indium
inkl.	inklusive
ISO	International Standards Organization
KTQ <sup>®</sup>	Kooperation für Transparenz und Qualität im Gesundheitswesen
£	britisches Pfund
MBq	Megabequerel
mSv	Millisievert
MTRA	medizinisch-technische(r) Röntgenassistent/in
MVZ	Medizinisches Versorgungszentrum
NET	Neuroendokriner Tumor
MRT	Magnetresonanztomographie
%	Prozent
PET	Positronen-Emissions-Tomographie
QALY	engl. quality adjusted life year, qualitätskorrigiertes Lebensjahr
QM	Qualitätsmanagement

SEM	Sequentielle Ereignismethode
SD	engl. standard deviation, dt. Standardabweichung
SGB	Sozialgesetzbuch
SSTR-2	Somatostatin-Rezeptor Typ 2
Tim	Total Imaging Matrix
TME	engl. total mesorectal resection
TNM	Tumor, Nodes (Lymphknoten), Metastasen
u. U.	unter Umständen
vgl.	vergleiche
z. B.	zum Beispiel

## Abbildungen und Tabellen

<b>Abbildung 1:</b> Verschiedene Ebenen eines ServiceBlueprints. ....	7
<b>Abbildung 2:</b> Formen der gesundheitsökonomischen Evaluation .....	15
<b>Abbildung 3:</b> Beispiel eines ServiceBlueprints .....	20
<b>Abbildung 4:</b> Interview-Fragebogen unter Verwendung der Critical Incident Technik und der Sequentiellen Ereignismethode.....	27
<b>Abbildung 5:</b> Gesamtkosten der beiden diagnostischen Algorithmen für die prätherapeutische Bildgebung beim Rektumkarzinom.....	47
<b>Abbildung 6:</b> Vier-Felder-Tafel für die gesundheitsökonomische Bewertung konkurrierender medizinischer Verfahren .....	91
<b>Tabelle 1:</b> Fragebogen und Ergebnisse der Evaluation der Patientenzufriedenheit mit der Implantation eines venösen Portsystems.....	38

## 1. Einleitung und Fragestellung

Während eines Krankenhausaufenthaltes nehmen mehr als 80% aller Patienten Dienstleistungen radiologischer Abteilungen in Anspruch [1]. Da die Radiologie für den weiteren Behandlungspfad maßgebliche diagnostische Informationen liefert, hat diese einen oftmals entscheidenden Einfluss auf den reibungslosen und effizienten Ablauf der Behandlungsprozesse in anderen klinischen Fachdisziplinen [2]. Jedoch sehen sich auch radiologische Abteilungen nicht zuletzt durch die flächendeckende Einführung von Fallpauschalen (Diagnosis Related Groups, DRG) mit der Herausforderung konfrontiert, unter der Maßgabe begrenzter finanzieller Ressourcen ihre verschiedenen angebotenen Diagnostik- und Therapieverfahren streng nach betriebswirtschaftlichen Kriterien auszurichten, dabei Prozessabläufe zu optimieren und mögliche Effizienzreserven aufzudecken [3-7] sowie gleichzeitig die vorgeschriebenen hohen Qualitätsstandards zu wahren [8-13].

Da die Radiologie innerhalb eines Krankenhauses einen hoch spezialisierten, relativ kostenintensiven Funktionsbereich darstellt, sind Verbesserungen in den radiologischen Dienstleistungsprozessen anzustreben, um positive Auswirkungen auch in anderen Fachdisziplinen realisieren zu können [14-17]. Zur Optimierung der Abläufe sowohl in der diagnostischen als auch in der interventionellen Radiologie war es in der Vergangenheit nahe liegend zu versuchen, bereits bewährte Methoden der Betriebswirtschaft und der Ingenieurwissenschaften – wie beispielsweise Konzepte der industriellen Fertigung und des Dienstleistungssektors – auf medizinische Behandlungsprozesse zu übertragen. Konkret fanden dabei bereits verschiedene Methoden des Prozessmanagements wie z. B. die Prozess-Simulation und die Netzplantechnik eine Anwendung [18-21]. Das Ziel war dabei, unter Berücksichtigung knapper finanzieller und gerätetechnischer Ressourcen Verbesserungen in den Arbeitsabläufen zu erreichen, um die Geräteauslastung zu optimieren und die Patientenbehandlungsdauer zu verkürzen [7, 22-27].

Im praktischen Alltag einer radiologischen Abteilung ergibt sich jedoch häufig das Problem, dass zunächst die existierenden, sehr komplexen Strukturen erfasst werden müs-

sen, bevor Verbesserungen in den bestehenden Strukturen und in den Arbeitsabläufen realisiert werden können. Hierbei sind zudem die Besonderheiten medizinischer Dienstleistungen zu berücksichtigen, bei denen es sich um komplexe, hoch individuelle, unmittelbar am Patienten zu erbringende, nicht lagerfähige und in nur geringem Maße standardisierbare Leistungen handelt. Bei deren Erstellung ist nicht nur die Beteiligung der Patienten notwendig, sondern auch das geordnete und zeitlich aufeinander abgestimmte Zusammenwirken eines breiten Mitarbeiterspektrums.

Moderne radiologische Untersuchungsverfahren haben in den vergangenen Jahren eine rasante Entwicklung erfahren und ermöglichen einen zunehmend besseren Einblick in den menschlichen Körper und dessen Erkrankungen. Bei der Bewertung dieser verschiedenen radiologischen Untersuchungsverfahren fanden in den vergangenen Jahren auch zunehmend Überlegungen hinsichtlich deren Kosteneffektivität eine Berücksichtigung [28-30]. So besteht auch für radiologische Abteilungen die Notwendigkeit, eine realistische und transparente Abbildung der eigenen Kosten und ein umfassendes Bild der eigenen Wertschöpfung in einem Umfeld steigenden Wettbewerbs zu erlangen [14, 31-38].

Dabei ist einerseits eine Minimierung der Kosten durch eine Optimierung der Abläufe möglich, wenn die Einzelschritte eines Untersuchungs- oder Behandlungsprozesses genau bekannt sind. Neben einer reinen Analyse der Kosten eines radiologischen Verfahrens sind jedoch auch Kosten-Kosten-Analysen denkbar, mit denen die jeweiligen Kosten von zwei unterschiedlichen diagnostischen Verfahren miteinander verglichen werden können. Dann ist unter der Voraussetzung, dass ihre diagnostische Wertigkeit gleichwertig ist, auch eine Bewertung der wirtschaftlichen Effektivität der eingesetzten Mittel möglich [39].

Neben einer effizienten Organisation der Abläufe und der Minimierung der eigenen Kosten haben in den vergangenen Jahren zudem umfassende Qualitätsmanagementsysteme für medizinische Dienstleistungen Eingang in die Praxis gefunden [8-10, 12, 40, 41]. Ein wichtiger Aspekt war hierbei die Zufriedenheit der Patienten mit der erfahrenen Leistung, die als ein mögliches Qualitätsmaß gelten kann [42, 43]. Dabei stellt eine hohe Patientenzufriedenheit einen entscheidenden Aspekt zur Differenzierung unter Wettbewer-

bern dar. Daher sollte eine umfassende Patientenorientierung und eine möglichst hohe Patientenzufriedenheit ein maßgebliches Ziel im Rahmen der Diagnostik- und Behandlungsprozesse sein, denn diese führt zu einer positiven Beeinflussung der Reputation eines Krankenhauses und trägt somit letztlich zum ökonomischen Erfolg eines Krankenhauses bei [44, 45]. Zur Messung der Patientenzufriedenheit haben sich bisher standardisierte schriftliche Fragebogen bewährt, da diese einfach zu handhaben und gleichzeitig mit niedrigen Kosten verbunden sind [46, 47]. Dennoch wurde bei der Verwendung von Fragebögen vielfach kritisiert, dass diese oft allzu positive Ergebnisse liefern würden und bereits durch die Auswahl der einbezogenen Fragen ein verzerrtes Bild der Erlebniswirklichkeit der Patienten aufgezeichnet wird [48]. Es wurde hierbei auf das Risiko hingewiesen, falsche Schlussfolgerungen aus den Daten zu ziehen und somit eine fragwürdige Grundlage für die Entscheidungsfindung über strukturelle Veränderungen zu schaffen [42, 49]. Daher ist die Einbeziehung der Patienten bei der Bewertung des Leistungsgeschehens an radiologischen Diagnostik- und Behandlungsleistungen unbestritten, bestehen dennoch Zweifel, ob das komplexe Konstrukt der Patientenzufriedenheit allein mittels Fragebögen adäquat erfasst werden kann [43, 46].

Unter Berücksichtigung der bestehenden Probleme bei der systematischen Analyse und Visualisierung der bestehenden Abläufe radiologischer Untersuchungsprozesse, bei der systematischen und realistischen Erfassung der eigenen Kosten verschiedener Untersuchungs- und Behandlungsverfahren und der Evaluation der Patientenzufriedenheit mit der radiologischen Dienstleistung ergaben sich folgende Fragestellungen:

- Können Fragebogen zur Messung der Patientenzufriedenheit mit radiologischen Untersuchungsverfahren und interventionellen Behandlungsverfahren in einer radiologischen Abteilung sinnvoll eingesetzt werden?
- Gibt es ein in der Praxis einfach handhabbares Verfahren zur Visualisierung und Analyse der Prozessabläufe in einer radiologischen Abteilung?
- Sind Kostenanalysen zur Messung der eigenen Kosten von verschiedenen angebotenen Untersuchungsverfahren einsetzbar?
- Können vergleichende Kosten-Kosten-Analysen eine sinnvolle Entscheidungshilfe sein, das kostengünstigere radiologische Verfahren auszuwählen?

Mit dem Ziel einer Bewertung des bisherigen Patientenmanagements in der radiologischen Abteilung einer Universitätsklinik wurden drei Studien durchgeführt, mit denen zunächst eine Analyse der bisherigen Strukturen sowie der Untersuchungsprozesse vorgenommen und die Patientenzufriedenheit mit jeweils einer diagnostischen Untersuchungsmethode und einer interventionellen Behandlungsmethode erfasst werden sollte (Originalarbeiten 1 bis 3).

Auf der Grundlage der entwickelten Methode zur Erfassung der Prozessabläufe von radiologischen Dienstleistungen wurden drei weitere Studien mit dem Ziel durchgeführt, die Kosten verschiedenen radiologischer Dienstleistungen zu evaluieren und einen Kostenvergleich bei konkurrierenden Methoden vorzunehmen (Originalarbeiten 4 bis 6).

## **2. Methoden des Patienten- und Kostenmanagements in der Radiologie**

### **2.1 Patientenmanagement**

Unter den aktuellen Rahmenbedingungen erfordert das erfolgreiche Management einer radiologischen Abteilung eine kontinuierliche Verbesserung der Organisationsstrukturen sowie der Diagnostik- und Behandlungsstrukturen. Wichtige Kriterien sind dabei die Optimierung der medizinischen Qualität und der Servicequalität sowie der Wirtschaftlichkeit [50]. Die Qualität der medizinischen Versorgung ist einerseits ein wichtiger Wettbewerbsfaktor und unterliegt andererseits zunehmenden gesetzlichen Verpflichtungen hinsichtlich einer Qualitätssicherung und stetigen Qualitätsverbesserung [8, 9, 51]. Im Rahmen der Bewertung der Qualität einer medizinischen Leistung stellt die Patientenzufriedenheit einen maßgeblichen Faktor dar [43, 52, 53]. Unbestritten ist dabei auch die Notwendigkeit zur Einbeziehung der Patienten in die Bewertung der erbrachten Leistung [43].

Der Begriff der Patientenzufriedenheit stellt ein komplexes Konstrukt der Sozialforschung dar, das physische, emotionale, soziale, demographische, ökonomische und kulturelle Faktoren mit einbezieht [54-57]. Dabei bemessen die Patienten die Qualität der erfahrenden medizinischen Leistung im Vergleich mit der erwarteten Leistung und das Maß ihrer Zufriedenheit bestimmt sich durch den Grad der Übereinstimmung [51, 53]. Ware et al. [58] unterschieden acht thematische Dimensionen, die das Qualitätserleben und die Zufriedenheit von Patienten während eines Krankenhausaufenthaltes maßgeblich bestimmen: Technische Versorgungsqualität, psychosoziale Versorgungsqualität, Zugänglichkeit, räumlich-technische Ausstattung, Behandlungsergebnis, Versorgungskontinuität, Finanzierung und die generelle Verfügbarkeit medizinischer Leistungen. Basierend auf diesen acht Dimensionen identifizierten Hall et al. [54] vier Grundkomponenten der Patientenzufriedenheit: Zufriedenheit mit der medizinischen Betreuung (z. B. fachliche Kompetenz des Personals), Zufriedenheit mit der persönlichen Betreuung (z. B. Aufklärung, Beratung, emotionale Unterstützung), Zufriedenheit mit der Infrastruk-

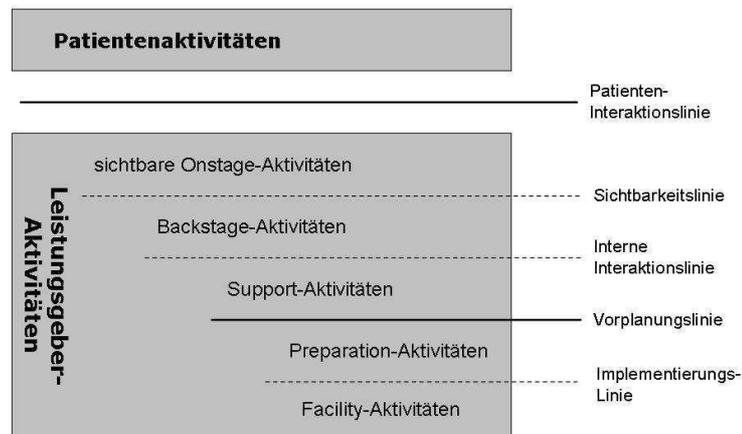
tur (z. B. Erreichbarkeit, Ausstattung) und eine Gesamtzufriedenheit (Gesamturteil, Bereitschaft oder Nichtbereitschaft zur Weiterempfehlung der Einrichtung).

Bevor die Zufriedenheit der Patienten erfasst werden kann, sollte zunächst eine Dokumentation der verschiedenen radiologischen Leistungsprozesse erfolgen. Im Folgenden werden daher zunächst die Methode des ServiceBlueprinting und anschließend die unterschiedlichen Methoden zur Evaluation der Patientenzufriedenheit erläutert.

### **2.1.1 ServiceBlueprint-Methode**

ServiceBlueprinting stellt eine Methode zur Analyse und Visualisierung sowie zur Optimierung von Dienstleistungsprozessen dar [59-61]. Die Methode wurde Anfang der 1980er Jahre in der Dienstleistungsindustrie entwickelt und dient der Darstellung der Einzelschritte einer Gesamtleistung in ihrer chronologischen Abfolge und hinsichtlich der Interaktion zwischen den Leistungserbringern und den Leistungsnehmern. Dabei wurden Methoden zur Visualisierung der Abläufe von Industriefertigungsprozessen und Blaupausen von Gebäudegrundrissen, in denen die Wege von Kunden eines Dienstleistungsprozesses eingezeichnet sind, miteinander vereint.

Für die Aufstellung eines ServiceBlueprint-Modells sind zwei Schritte notwendig: Zunächst sind in einer ersten Analyse sämtliche Einzelschritte eines Dienstleistungsprozesses zu ermitteln und in chronologischer Weise darzustellen. In einem zweiten Schritt werden sämtliche Aktivitäten den insgesamt fünf verschiedenen Ebenen, welche eine jeweils unterschiedliche Nähe zwischen dem Leistungsgeber (hier: die radiologische Klinik mit ihren verschiedenen Mitarbeitergruppen) und den Leistungsnehmern (hier: die Patienten) repräsentieren, zugeordnet (vgl. Abbildung 1).



**Abbildung 1:** Verschiedene Ebenen eines ServiceBlueprints und die notwendigen Aktivitäten von Patienten und Anbietern. Eigene Darstellung in Anlehnung an Fließ, S., 2001, S. 45 [62].

Dabei trennt die so genannte **Kundeninteraktionslinie** (für medizinische Leistungen besser: **Patienteninteraktionslinie**) die Leistungsgeberaktivitäten von den Patientenaktivitäten. Patientenaktivitäten sind dabei alle Aktivitäten, die der Patient eigenständig erbringen muss, beispielsweise das Aufsuchen der radiologischen Abteilung mit einem gültigen Überweisungsschein und die Kooperation bei der Untersuchungs- und Behandlungsleistung.

Bei den Leistungsgeberaktivitäten werden vier weitere Ebenen unterschieden. Die **Sichtbarkeitslinie** trennt die für den Patienten sichtbaren „Onstage“-Aktivitäten von den für diesen nicht sichtbaren „Backstage“-Aktivitäten des Leistungsgebers. Es handelt sich dabei also um Aktivitäten der Mitarbeiter im Patientenkontakt, die für diesen sichtbar (z. B. Anschließen des venösen Kontrastmittels durch den Arzt) bzw. nicht sichtbar (z. B. Befunderstellung durch den Arzt) sind.

Die **interne Interaktionslinie** trennt die für den Patienten nicht sichtbaren Backstage-Aktivitäten von den unterstützenden „Support“-Aktivitäten, die von anderen Personen als dem Patientenkontaktpersonal durchgeführt werden. So ist die Abschrift eines vom Arzt diktierten Untersuchungsbefundes durch eine Schreibkraft – diese hat in der Regel kei-

nen direkten Patientenkontakt – eine für den Patienten nicht sichtbare unterstützende Support-Aktivität im Leistungserstellungsprozess.

Die **Vorplanungslinie** trennt unter den Anbieteraktivitäten die Aktivitäten des Leistungserstellungsprozesses von den Aktivitäten des Leistungspotenzials. Sie trennt somit diejenigen Aktivitäten, die der Leistungsgeber frei disponieren kann von solchen, die eine Integration des Patienten erfordern. Alle Aktivitäten des Anbieters oberhalb der Vorplanungslinie haben dabei einen direkten Patientenbezug, alle Aktivitäten unterhalb dieser Linie können unabhängig von der Patientenmitwirkung vorgeplant werden.

Bei den Aktivitäten des Leistungspotenzials wird schließlich mit Hilfe der **Implementierungslinie** schließlich noch zwischen den so genannten „Preparation“-Aktivitäten und „Facility“-Aktivitäten unterschieden. Preparation-Aktivitäten dienen der konkreten Vorbereitung des Leistungserstellungsprozesses. Hierzu sind beispielsweise die Erstellung der Einsatzpläne der Ärzte an den Modalitäten zu rechnen oder das Bereitlegen sterilen Materials vor einem interventionellen Eingriff. Facility-Aktivitäten unterliegen ebenso wie die Preparation-Aktivitäten der autonomen Disposition des Leistungsanbieters, sind den Facility-Aktivitäten jedoch logisch und zeitlich vorgelagert. Als Beispiele sind hierbei der Einkauf von Kontrastmitteln, die Anschaffung von Untersuchungsgeräten und die Einstellung von spezialisierten Ärzten zu nennen.

### **2.1.2 Methoden zur Evaluation der Patientenzufriedenheit**

Zufriedene Patienten weisen eine höhere Compliance in ihrem Diagnostik- und Behandlungsprozess auf [57, 63, 64]. Dabei konnte gezeigt werden, dass sowohl bei stationären als auch ambulanten Patienten die Zufriedenheit der Patienten einen direkten Einfluss auf das langfristige medizinische Outcome besitzt und eine hohe Zufriedenheit mit einem besseren Behandlungserfolg einhergeht [65-67].

Vor dem Hintergrund der hohen Bedeutung der Patientenzufriedenheit stellte sich die Frage nach deren Erfassung, insbesondere, da die Patientenzufriedenheit ein subjektives Qualitätskriterium, das im Gegensatz zu objektiven Kriterien schwieriger zu messen ist [68].

Befragungen zur Patientenzufriedenheit haben stets das Ziel die Patienten in die Gestaltung ihrer Gesundheitsversorgung mit einzubeziehen und mögliche Defizite in der Ver-

sorgung aufzudecken und zu beseitigen [42]. Für die Erfassung der Patientenzufriedenheit haben sich einerseits verschiedene Formen der schriftlichen Befragung z. B. mittels Fragebogen oder Briefbefragung und andererseits der mündlichen Befragung z. B. anhand standardisierter und offener Interviews bewährt [52, 69-71]. Bei der Auswahl des jeweils passenden Erhebungsinstrumentes ist die Art der behandelnden Einrichtung und die Beteiligungsfähigkeit der Patienten zu berücksichtigen [63, 69, 72].

Es ist zusätzlich zu bedenken, dass viele der gebräuchlichen Erhebungsinstrumente nicht standardisiert sind und sich teilweise erheblich in ihrem Aufbau unterscheiden, so dass die Ergebnisse verschiedener Zufriedenheitsbefragungen nur bedingt miteinander vergleichbar sind [54, 73-75].

In Deutschland war die Evaluation der Patientenzufriedenheit seit den 1980er Jahren Gegenstand zahlreicher Untersuchungen [47, 54]. Dabei betrifft der überwiegende Anteil der Studien die Erforschung geeigneter Instrumente der Patientenbefragung in der stationären Versorgung im Krankenhaus [43, 76]. Dennoch existieren auch für den ambulanten Bereich validierte Instrumente [56, 77].

### **2.1.2.1 Fragebogentechniken**

Zur Messung der Patientenzufriedenheit kamen vielfach verschiedene merkmalsorientierte Messansätze in Form von standardisierten schriftlichen Fragebögen zum Einsatz, darunter auch in der Radiologie [78-81]. Bei deren Anwendung wird davon ausgegangen, dass sich die Gesamtzufriedenheit eines Patienten mit einer erhaltenen Leistung aus der Zufriedenheit mit Teilaspekten der Leistung ergibt, die Gesamtzufriedenheit somit die Summe der Qualitätsbeurteilung einer Vielzahl von Merkmalen und Teilaspekten darstellt [43, 82]. Einschränkend muss bemerkt werden, dass bei der Verwendung dieser so genannten merkmalsorientierten Messverfahren häufig zu hohe Zufriedenheitswerte resultieren und somit bezweifelt werden kann, dass eine merkmalsorientierte Zufriedenheitsbefragung allein das reale Qualitätserleben vollständig und korrekt genug abbilden kann [43, 47]. Eine zusätzliche Verzerrung der Ergebnisse kann auch dadurch hervorgerufen werden, dass die Auswahl der zu

bewertenden Teilaspekte einer Leistung a priori von dem Befragenden vorgenommen wird und dadurch möglicherweise entscheidende Aspekte unberücksichtigt bleiben [82].

Zur Überwindung dieser Probleme wurde zur Erforschung der Patientenzufriedenheit der Einsatz alternativer Messansätze gefordert, die dem multidimensionalen Charakter des Konstruktes Patientenzufriedenheit besser gerecht werden können [47, 83]. Daher wurden neben den merkmalsorientierten so genannte ereignisorientierte Ansätze zur Messung der Patientenzufriedenheit entwickelt. Hauptkonzepte sind hierbei die so genannte Critical Incident Technik und die Sequentielle Ereignismethode. Beide Methoden basieren auf der Annahme, dass für eine zusammenfassende Qualitätsbeurteilung die Inanspruchnahme einer Leistung, z. B. einer medizinischen Untersuchungs- oder Behandlungsleistung episodisch wahrgenommen wird und dabei Teilaspekte eine subjektiv sehr unterschiedliche Relevanz für die Gesamtzufriedenheitsbewertung besitzen [71]. Im Gegensatz zu den merkmalsorientierten Methoden wird zudem bei den ereignisorientierten Messansätzen davon ausgegangen, dass ein Versorgungsgeschehen als Abfolge von Ereignissen mit Bezug zu bestimmten Orten, Zeitpunkten und Personen erinnert wird und eben nicht als Summe erfüllter oder nicht erfüllter Qualitätserwartungen [84].

### **2.1.2.2 Critical Incident Methode**

Die **Critical Incident Technik (CIT)** wurde bereits Mitte der 1950er Jahre von dem amerikanischen Psychologen Flanagan entwickelt [85] und fand später eine vielfache Anwendung in der Zufriedenheitsforschung. Das methodische Konzept basiert auf der Vorstellung, dass die Gesamtzufriedenheit- bzw. -unzufriedenheit mit einer Dienstleistung vor allem durch so genannte „kritische Ereignisse“, d. h. durch besonders positiv oder negativ wahrgenommene Aspekte der Gesamtdienstleistung bestimmt wird [86]. Diese Ereignisse beschreiben die Ausnahmequalitäten einer Dienstleistung und prägen das Qualitätserleben und die Gesamtzufriedenheit in besonderem Maße. Sie werden im episodischen Gedächtnis als so genannte „Top-of-mind“-Erfahrungen gespeichert und als Erstes spontan erinnert und weitergegeben, wenn über eine erhaltene Serviceleistung gesprochen wird [87, 88]. Hierbei sind sowohl personenbezogene als auch nicht-

personenbezogene Erlebnisse zu verstehen und es werden zudem räumliche und organisatorische Aspekte mit einbezogen [71, 89, 90].

Bitner et al. setzten die CIT bereits 1990 ein, um mit Hilfe von qualitativen, leitfadengestützten Interviews Kunden hinsichtlich besonders positiv und negativer Vorkommnisse bei der Dienstleister-Kunden-Interaktion zu befragen und so die Dienstleistungsqualität zu bemessen [89]. Im medizinischen Sektor fand die Methode eine Anwendung in der Evaluation der Patientenzufriedenheit mit der Krankenpflege und hinsichtlich der erhaltenen medizinischen Behandlungsleistung [43, 67, 91-93]. Die genannten „kritischen Ereignisse“ geben dem Leistungsanbieter dabei wichtige Hinweise hinsichtlich der Qualitätswahrnehmung der Leistung durch die Patienten [91].

### **2.1.2.3 Sequentielle Ereignismethode**

Neben der Critical Incident Technik kann auch die so genannte **Sequentielle Ereignismethode (SEM)** verwendet werden, um die Patientenzufriedenheit mit einer medizinischen Dienstleistung zu erfassen. Im Unterschied zur CIT wird bei der SEM den Patienten zuvor ein Ablaufplan (Blueprint) mit den zuvor dokumentierten notwendigen Einzelschritten einer Dienstleistung vorgelegt. Die graphische Darstellung soll den Leistungsnehmer bei der Erinnerung und Zuordnung der jeweiligen Vorkommnisse helfen. Anhand des Blueprints können nun in einem standardisierten Interview die als besonders positiv und negativ wahr genommenen Aspekte dokumentiert werden, diesmal an den Kontaktpunkten (engl. encounter points) für jeden Einzelschritt der Gesamtleistung, wodurch eine umfassendere Bewertung der positiven und negativen Qualitätsaspekte einer Dienstleistung aus Sicht des Leistungsnehmers möglich wird [83, 86, 88].

## 2.2 Kostenmanagement

Grundlage für ein rationales Wirtschaften stellt das **Ökonomische Prinzip** dar. Dabei sollte gemäß dem **Minimumprinzip** ein vorgegebenes Ziel mit einem möglichst geringen Mitteleinsatz erzielt werden. Im Gesundheitswesen wird unter der Festlegung einer Beitragsstabilität nach §71 SGB V jedoch vielmehr das **Maximumprinzip** im Sinne der Erzielung eines möglichst großen Nutzens bei gegebenem Mittelaufwand angewendet. Mit den zur Verfügung stehenden Mitteln soll also eine möglichst gute Gesundheitsversorgung der Bevölkerung erzielt werden. Bei einer vorgegebenen Begrenzung der zur Verfügung stehenden Mittel ergibt sich daher einerseits die Aufgabe einer sinnvollen Allokation der Mittel auf das sehr vielfältige Spektrum verschiedener medizinischer Dienstleistungen (u. a. die bildgebenden Verfahren) mit dem Ziel eines möglichst guten Kosten-Nutzen-Verhältnisses für die Einzelleistung. Andererseits besteht das Problem der Verteilungsgerechtigkeit der Mittel, so dass jedem Bürger ein angemessener Anteil der vorhandenen Mittel zu Gute kommen kann.

Die Vergütung eines Großteils der angebotenen radiologischen Leistungen im Krankenhaus erfolgt durch eine interne Leistungsverrechnung und anteilig an den DRG-Fallpauschalen von bettenführenden Abteilungen. Daher ist die Kenntnis der eigenen Kosten für eine radiologische Abteilung bei Verhandlungen über das Budget und bei der Festlegung des Leistungsspektrums von entscheidender Bedeutung [94-96].

### 2.2.1 Kostenbegriffe

Kosten stellen den bewerteten Verzehr von wirtschaftlichen Gütern materieller oder immaterieller Art zur Erstellung von Sach- oder Dienstleistungen dar [97]. Innerhalb der Kostenrechnung können abhängig von der Betrachtungsweise verschiedene Kostenarten unterschieden werden wie beispielsweise direkte und indirekte Kosten, fixe und variable Kosten sowie Personal-, Material-, Anschaffungs- und Finanzierungskosten. In Abhängigkeit von der betrieblichen Funktion lassen sich zudem Kosten für Beschaffung, Lagerhaltung, Fertigung, Verwaltung und für den Betrieb unterscheiden und in Abhän-

gigkeit von ihrer Zurechenbarkeit auf eine erstellte Leistung wird zwischen Einzelkosten, Gemeinkosten und Sonderkosten differenziert.

Zunächst werden direkte und indirekte Kosten unterschieden. Dabei stellen **direkte Kosten** solche Kosten dar, die einer Leistungseinheit oder auch einer Kostenstelle direkt zugeordnet werden können. Im Gesundheitswesen stellen sie den in Geldeinheiten bewerteten Ressourcenverzehr dar, der unmittelbar mit der Inanspruchnahme medizinischer Leistungen verbunden ist (z. B. ärztliche Leistungen, Arzneimittel). Hingegen sind **indirekte Kosten** nicht verursachergerecht bewertbar, sie sind also einer erstellten Leistung oder einer Kostenstelle nicht direkt zurechenbar. Im Gesundheitswesen bezeichnen sie den gesamtwirtschaftlichen Verlust durch krankheitsbedingte Arbeitsausfälle, Invalidität oder einen vorzeitigen Tod [98, 99].

In Abhängigkeit von der erstellten Leistungsmenge kann zwischen fixen und variablen Kosten unterschieden werden. **Fixe Kosten** sind dabei solche Kosten, deren Höhe von der Anzahl der erstellten Leistungen abhängig ist. Innerhalb einer radiologischen Klinik sind dies beispielsweise die Kosten für den Erwerb und die Wartung radiologischer Untersuchungsgeräte wie MRT- oder CT-Scanner, wobei diese Kosten zunächst nicht von der Anzahl der tatsächlich durchgeführten Untersuchungen abhängig sind. In der Regel sind die fixen Kosten bei der Einkaufsabteilung oder bei den Geräteherstellern erhältlich. **Variable Kosten** stellen hingegen solche Kosten dar, die mit der Anzahl der tatsächlich erbrachten Leistungen variieren. In einer radiologischen Abteilung fallen variable Kosten z. B. für Verbrauchsmaterialien wie Kontrastmittel an. Auch sind die Personalkosten in der Regel den variablen Kosten zuzuordnen.

Praktikabel hat sich zudem eine Kostenarteneinteilung in Personal-, Material, Anschaffungs- und Abschreibungskosten erwiesen. **Personalkosten** entstehen dabei für den Einsatz menschlicher Arbeitsleistung und stellen Kosten für Löhne und Gehälter dar. **Materialkosten** sind innerhalb eines Produktionsbetriebes die Kosten für Roh- und Hilfsstoffe, die im Rahmen eines Fertigungsprozesses verbraucht werden. Innerhalb einer radiologischen Abteilung fallen Materialkosten hingegen für Materialien an, die im Rahmen diagnostischer Untersuchungen oder interventioneller Behandlungen ver-

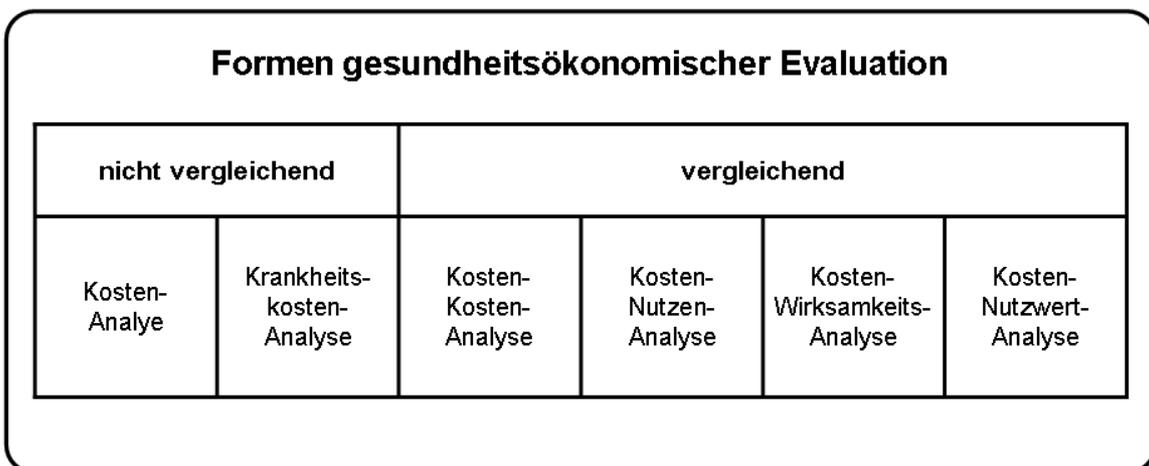
braucht werden, z. B. intravenöse Kontrastmittel oder Gefäßstents. **Anschaffungs- und Abschreibungskosten** entstehen in radiologischen Kliniken vor allem durch die Anschaffung von Untersuchungsgeräten wie Computer- oder Magnetresonanztomographen oder Röntgen- und Ultraschallgeräten. Zu den Anschaffungskosten zählen auch Kosten für die Finanzierung. Ferner sind Kosten für den Verschleiß (Abschreibungskosten) und für die Wartung der Geräte zu berücksichtigen. Schließlich ergeben sich die **Gesamtkosten** aus der Summation der Personal-, Material- und der Anschaffungs- und Abschreibungskosten.

Für die Ermittlung von Personalkosten und für die Kosten der Gerätenutzung müssen die zeitliche Beanspruchung der verschiedenen involvierten Personalgruppen und die Zeitdauer der Gerätebeanspruchung bekannt sein. Hierfür hat sich die Aufstellung von **Prozessmodellen** bewährt, in denen die Hauptprozesse und Subprozesse einer komplexen Gesamtleistung detailliert erfasst werden. Jedem dieser Einzelschritte können das hierbei involvierte Personal (z. B. Oberarzt, Assistenzarzt, MTRA, Anmeldepersonal, Reinigungspersonal) sowie die minutengenaue Zeitdauer zugeordnet werden. Aus den Löhnen der verschiedenen Personalgruppen sind dann nach Abzug der Urlaubstage, durchschnittlicher Fehltag (Krankheits- und Fortbildungstage) Personalminutenkosten ermittelbar. Zur Berechnung der Personalkosten sind die Personalbindungszeiten je Einzelschritt mit den berufsgruppenspezifischen Personalminutenkosten zu multiplizieren. Die Personalgesamtkosten ergeben sich aus der Addition der Personalkosten für die Einzelschritte.

Zur Berechnung der Gerätenutzungskosten müssen zunächst deren Anschaffungskosten inklusive der Finanzierungs- und Installationskosten bekannt sein. Darüber hinaus sind Wartungs- und Reparaturkosten zu berücksichtigen. Unter der Annahme einer bestimmten Gesamtnutzungszeit (z. B. 7 Jahre) und der jährlichen Nutzungsdauer können dann unter Kenntnis sämtlicher Kosten die Kosten je Nutzungsminute berechnet werden.

## 2.2.2 Grundformen gesundheitsökonomischer Evaluation und deren Anwendung in der Radiologie

Für die gesundheitsökonomische Evaluation existieren verschiedene Formen des Studiendesigns [100]: Grundsätzlich werden vergleichende und nicht-vergleichende Formen der Analyse unterschieden (vgl. Abbildung 2). Die nicht-vergleichenden Formen sind die Kosten-Analyse und die Krankheitskosten-Analyse. Die vergleichenden Formen sind die Kosten-Kosten-Analyse, die Kosten-Nutzen-Analyse, die Kosten-Wirksamkeitsanalyse, die Kosten-Nutzwert-Analyse.



**Abbildung 2:** Formen der gesundheitsökonomischen Evaluation, eigene Darstellung nach Schöffski 2008, S. 66 [100].

Bei der **Kosten-Analyse** werden die Kosten einer medizinischen Maßnahme erfasst. Dabei werden üblicherweise die direkten Kosten dokumentiert, teilweise auch indirekte Kosten [101]. Die Gesamtkosten lassen sich als Summe der Kosten für das involvierte Personal, die benötigten Geräte (inkl. Kosten für Finanzierung, Abschreibung und Wartung) und das Verbrauchsmaterial (z. B. Kontrastmittel) bestimmen.

Mit dem Ergebnis einer Kosten-Analyse kann zunächst darüber entschieden werden, ob ein Verfahren überhaupt zumindest kostendeckend angeboten werden kann. Eine Entscheidung hinsichtlich der Auswahl des kostengünstigeren Diagnostikverfahrens ist je-

doch auf der Grundlage einer Kosten-Analyse zunächst nicht möglich. Diese ist erst dann zulässig, wenn deren diagnostische Wertigkeit analysiert und als gleichwertig bewertet wurde.

Die **Krankheitskosten-Analyse** stellt einen Spezialfall der Kosten-Analyse dar. Sie ermöglicht es, die gesamtgesellschaftliche Bedeutung einer bestimmten Erkrankung zu erfassen. Dabei sollen neben den direkten Kosten einer Erkrankung vor allem auch indirekte Kosten wie der durch eine Erkrankung verursachte volkswirtschaftliche Schaden durch eine entgangene Arbeitsleistung erfasst werden. Die Ergebnisse einer Krankheitskosten-Analyse dienen z. B. der sinnvollen gesundheitspolitischen Allokation von finanziellen Mitteln zur Erforschung solcher Erkrankungen und Einleitung präventiver Maßnahmen.

Bei den vergleichenden Formen der Kostenanalyse stellt die **Kosten-Kosten-Analyse** eine separate Kosten-Analyse von zwei oder mehr alternativen und zumeist konkurrierenden medizinischen Diagnostik- oder Behandlungsverfahren dar. Dabei ist es unbedingt notwendig, dass die zu vergleichenden Verfahren ein weitgehend identisches Ergebnis liefern, bei radiologischen Verfahren z. B. die gleiche diagnostische Sensitivität. Nur dann kann eine Aussage über die Vorteilhaftigkeit eines Verfahrens getroffen werden, andernfalls sind Verzerrungen bei der Interpretation der Ergebnisse nicht zu vermeiden.

Bei der **Kosten-Nutzen-Analyse** wird im Gegensatz zur Kosten-Kosten-Analyse eine zusätzliche Bewertung des Nutzens vorgenommen. Der Nutzen einer evaluierten Maßnahme wird dabei genauso wie deren Kosten in Geldeinheiten bewertet. Diese Reduzierung auf monetäre Aspekte führt jedoch zu verschiedenen methodischen und durch die Bewertung menschlichen Lebens in Geldeinheiten auch ethischen Problemen und zu einer mangelnden öffentlichen Akzeptanz. Daher kommen Kosten-Nutzen-Analysen im Gesundheitswesen nur selten zur Anwendung.

Im Gegensatz dazu kommen im Gesundheitswesen häufig **Kosten-Wirksamkeits-Analysen**, auch **Kosten-Effektivitäts-Analysen** genannt, zum Einsatz. Bei solchen

Studien werden nur die Kosten in monetären Einheiten bemessen, der Nutzen eines medizinischen Verfahrens jedoch mit Hilfe von messbaren, zuvor festgelegten spezifischen Erfolgsgrößen, die mittels physischer Einheiten genau quantifiziert werden können. In der Radiologie kann es sich bei solchen Erfolgsgrößen z. B. um die Sensitivität eines diagnostischen Verfahrens handeln, die Reduzierung einer Tumorgröße im Verlauf oder die Zeitdauer der Offenerhaltung eines Gefäßes nach einer Angioplastie. Vorteil dieser Analyseform ist es, dass unterschiedliche medizinische Verfahren miteinander verglichen werden können. Beispielsweise könnten eine genau definierte Zeitdauer der Offenerhaltung eines Gefäßes mittels medikamentöser Therapie oder mittels radiologisch-interventioneller Verfahren miteinander verglichen und die Kosten beider Verfahren zur Erreichung dieser definierten Erfolgsgröße bewertet werden, so dass bei einem Vergleich beider Maßnahmen eine Reduzierung auf eine Kostengröße möglich ist.

Bei der Entwicklung der **Kosten-Nutzwert-Analyse** wurde verschiedenen Kritikpunkten entgegengewirkt, die sich bei Kosten-Wirksamkeits-Analysen ergeben. Bei Kosten-Wirksamkeitsanalysen liegt ein Fokus auf willkürlich gesetzten Erfolgsgrößen, die für den Patienten zunächst jedoch nicht unbedingt einen direkten ersichtlichen Nutzen haben müssen. Zudem ist zwar mit einer Kosten-Wirksamkeits-Analyse z. B. der Vergleich von konkurrierenden Verfahren zur Behandlung eines definierten Krankheitsbildes möglich, sie bietet jedoch kein globales Entscheidungskriterium für eine effiziente Ressourcenallokation im Gesundheitswesen. Hingegen wird mit der Anwendung der Kosten-Nutzwert-Analyse beiden Problemen begegnet. Bei der Bemessung des Behandlungserfolges wird die Patientensicht und dabei Aspekte der Lebensqualität und Restlebenserwartung berücksichtigt. Das hierbei am häufigsten angewendete Konzept ist die Methode der qualitätskorrigierten Lebensjahre (engl. quality adjusted life year, QALY). Mit diesem Konzept kann eine Normierung der Effekte von verschiedenen Behandlungsmethoden auf die Lebensqualität und die Lebenserwartung erfolgen. Somit sind auch weitreichende, indikationsübergreifende Vergleiche möglich, so dass die Kosten-Nutzwert-Analyse als geeignetes Konzept für eine globale Entscheidung hinsichtlich der effizienten und gerechten Ressourcenallokation im Gesundheitswesen erscheint.

### **2.2.3 Sensitivitätsanalysen**

Obwohl die verschiedenen Modelle gesundheitsökonomischer Evaluationen eine Bewertung der eigenen Kosten ermöglichen und als eine maßgebliche Entscheidungshilfe für eine effektive Ressourcenallokation dienen können, stellen jedoch letztlich sämtliche Modelle eine Abbildung der Wirklichkeit dar, die mit möglichen Ungenauigkeiten behaftet ist. So unterliegen viele Daten, die in ökonomische Evaluationsstudien eingehen, einer gewissen Unsicherheit. Die Wirklichkeit ist letztlich zu komplex, als dass diese durch ein – wenngleich auch umfassendes und differenziertes – Studienmodell exakt abgebildet werden könnte [102]. Um solche möglicherweise verfälschenden Einflüsse auf das Studienergebnis offenzulegen, können Sensitivitätsanalysen verwendet werden. Sensitivitätsanalysen ermöglichen eine Analyse der Veränderungen des Endergebnisses in Abhängigkeit von der Variation der einbezogenen Daten, so dass letztlich die Robustheit eines Modells überprüft werden kann. Somit kann ein potenziell sehr unterschiedlicher Einfluss von Einzelgrößen auf das Gesamtergebnis ermittelt werden.

Sensitivitätsanalysen werden in der Regel als univariante Analyse durchgeführt, wobei jeweils noch eine Eingangsgröße verändert wird und alle weiteren Variablen konstant gehalten werden. Dies ermöglicht es, den Einfluss einer Eingangsgröße auf das Endergebnis zu quantifizieren.

### **3. Eigene Arbeiten**

#### **3.1 Patientenmanagement**

##### **3.1.1 ServiceBlueprinting als eine Dienstleistungsmanagement-Methode in der Radiologie (Originalarbeit 1)**

**Maurer MH**, Hamm B, Teichgräber U.

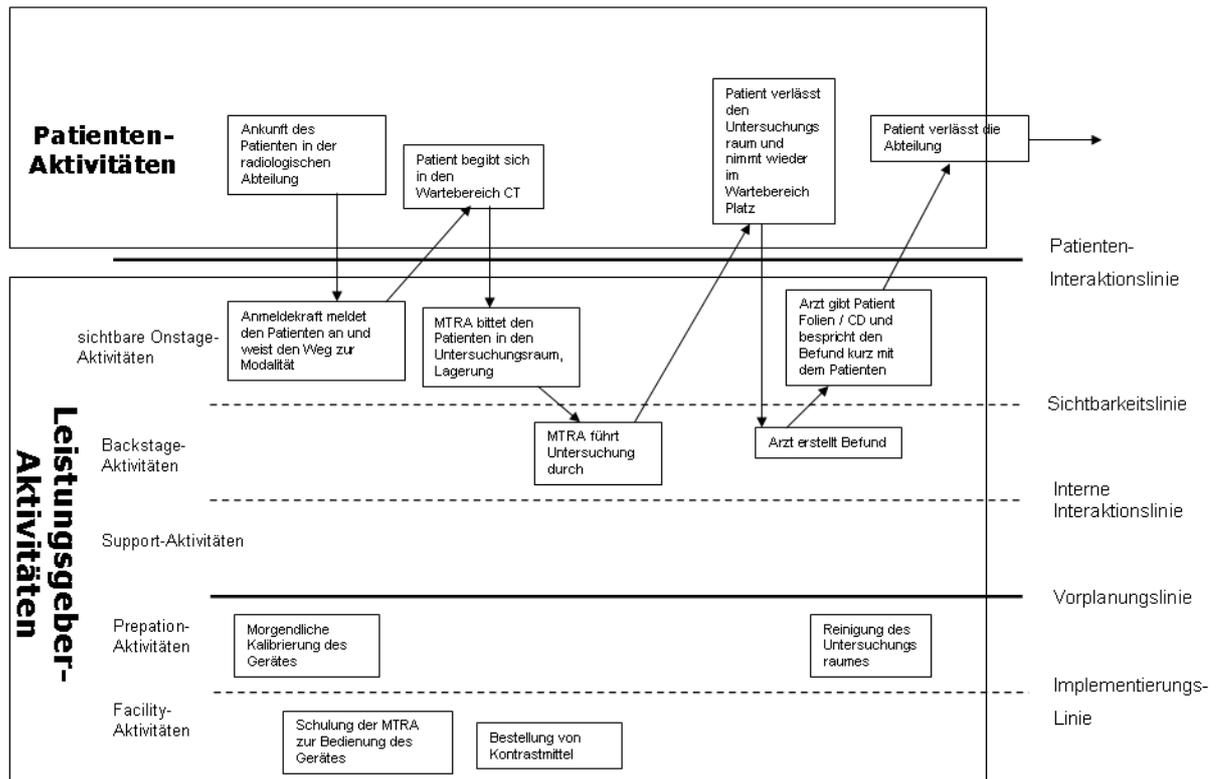
ServiceBlueprinting as a Service Management Tool in Radiology. European Journal of Radiology 2011; 79(3):333-6.

Ziel dieser Studie war es zu prüfen, dass die Methode des ServiceBlueprinting eine sinnvolle Anwendung im Patientenmanagement in der klinischen Medizin und hierbei vor allem bei der detaillierten Erfassung der Strukturen und Prozesse in der diagnostischen Radiologie finden kann.

Basierend auf den theoretischen Grundlagen des ServiceBlueprint-Modells erfolgte eine Prüfung auf dessen Eignung in der klinischen Routine in der radiologischen Abteilung der Berliner Universitätsklinik (Charité). Hierfür wurden im Ablauf eines Monats 40 Patienten, welche von einem niedergelassenen Kollegen (Hausarzt, Internist, Orthopäde etc.) für eine ambulante diagnostische Computertomographie (CT)- Untersuchung in unsere Klinik überwiesen wurden, durch einen Radiologen unserer Klinik während des gesamten Untersuchungsprozesses einer CT-Untersuchung begleitet.

Dabei erfolgten jeweils eine Dokumentation der im Rahmen der Gesamtuntersuchung notwendigen Einzelschritte und die jeweils notwendigen Aktivitäten seitens der Klinikmitarbeiter und der Patienten. Hierbei wurden zudem die einzelnen Kontaktpunkte zwischen den Patienten und den Mitarbeitern der Klinik aufgezeichnet. Darüber hinaus wurden die für die Computertomographie verantwortlichen leitenden MTRAs hinsichtlich der notwendigen Arbeitsschritte zur Wartung der Geräte und der jeweiligen Vorbereitung für die einzelnen Untersuchungen befragt. Anschließend erfolgte eine Übertragung der Einzelaktivitäten des Gesamtprozesses der computertomographischen Untersuchungsprozesse in ein Blankoformular für ServiceBlueprints. Hierbei wurde eine Zuordnung der Einzelaktivitäten zu den verschiedenen Modellebenen entsprechend der „Nähe“ zwi-

schen Patienten und Klinikmitarbeitern vorgenommen, zudem wurde die chronologische Abfolge berücksichtigt. Hierdurch war eine umfassende Visualisierung der beiden Untersuchungsprozesse möglich (vgl. Abbildung 3).



**Abbildung 3:** Beispiel eines ServiceBlueprints: Einzelschritte eines Patienten für eine CT-Untersuchung und Zuordnung zu verschiedenen Ebenen des Modells.

Als Ergebnis ließen sich aus den erstellten ServiceBlueprints zahlreiche Nutzenaspekte ableiten. So erfolgen bereits bei der schriftlichen Erfassung des Prozessablaufes ein „Bewusstwerden“ des Prozesscharakters einer Dienstleistung und ein besseres Verstehen des Gesamtprozesses durch Visualisierung der Einzelschritte. Im Kontext einer radiologischen Abteilung bedeutet dies, dass für jede Untersuchungsmodalität (z. B. CT, Sonographie, Thoraxröntgen) die notwendigen einzelnen Arbeitsschritte beginnend mit der Ankunft des Patienten bis zu dessen Verlassen der Abteilung genau aufgezeichnet

werden. Damit wird gewissermaßen eine Bestandsaufnahme der notwendigen Arbeitsschritte vollzogen, die letztlich den Gesamtprozess darstellen. Dieser kann sodann auf Vollständigkeit geprüft werden und oftmals können bereits hierbei mögliche Fehlerquellen und Unstimmigkeiten in den Abläufen sichtbar gemacht werden.

Die Erfassung der Einzelschritte sowie des Gesamtprozesses einer radiologischen Untersuchungs- und Behandlungsleistung kann Grundlage für ein Kostenmanagement sein (vgl. hierzu Originalarbeiten 4 bis 6). Ein ServiceBlueprint ermöglicht dabei die Dokumentation der Zeitdauer jedes für die Gesamtleistung notwendigen Einzelschrittes. Da zudem ersichtlich ist, welche Personalgruppe an den jeweiligen Einzelschritten beteiligt ist, können die Gesamtpersonalkosten als Summe der Kosten für jeden Einzelschritt unter Berücksichtigung der Personalbindungszeit und der anteiligen Lohnkosten für die involvierten Mitarbeiter berechnet werden. Darüber hinaus können die anteiligen Gerätekosten unter Berücksichtigung der zeitlichen Beanspruchung der verschiedenen Untersuchungsgeräte bei Kenntnis deren Anschaffungs-, Finanzierungs- und Unterhaltskosten berechnet werden. Wenn dann auf der Grundlage eines ServiceBlueprints noch die notwendigen Verbrauchsmaterialien ermittelt und diese preislich erfasst werden, können die Gesamtkosten einer Untersuchungsleistung ermittelt werden.

Aufbauend auf das ServiceBlueprint kann eine Evaluation der Zufriedenheit der Patienten mit der radiologischen Dienstleistung vorgenommen werden. Dabei kann den Patienten zunächst deren eigene Rolle im Rahmen der zu erbringenden radiologischen Leistung bewusst gemacht und vermittelt werden, welche Beteiligung von ihnen selbst erbracht werden muss, damit ein reibungsloser Ablauf des Gesamtprozesses gewährleistet ist. Zudem ist es möglich, auf der Grundlage des ServiceBlueprints die Zufriedenheit der Patienten bei jedem Einzelschritt der Gesamtleistung detailliert zu erfragen.

## **Originalarbeit 1**

**Maurer MH**, Hamm B, Teichgräber U.

ServiceBlueprinting as a Service Management Tool in Radiology. European Journal of Radiology 2011; 79(3):333-6.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.ejrad.2010.05.008>

Lizenznummer für Reproduktion: 2821160395985 erteilt am 03.01.2012

## **Originalarbeit 1**

**Maurer MH**, Hamm B, Teichgräber U.

ServiceBlueprinting as a Service Management Tool in Radiology. European Journal of Radiology 2011; 79(3):333-6.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.ejrad.2010.05.008>

Lizenznummer für Reproduktion: 2821160395985 erteilt am 03.01.2012

## **Originalarbeit 1**

**Maurer MH**, Hamm B, Teichgräber U.

ServiceBlueprinting as a Service Management Tool in Radiology. *European Journal of Radiology* 2011; 79(3):333-6.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.ejrad.2010.05.008>

Lizenznummer für Reproduktion: 2821160395985 erteilt am 03.01.2012

## **Originalarbeit 1**

**Maurer MH**, Hamm B, Teichgräber U.

ServiceBlueprinting as a Service Management Tool in Radiology. *European Journal of Radiology* 2011; 79(3):333-6.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.ejrad.2010.05.008>

Lizenznummer für Reproduktion: 2821160395985 erteilt am 03.01.2012

### 3.1.2 Methoden zur Messung der Patientenzufriedenheit in der Radiologie (Originalarbeit 2)

**Maurer MH**, Stein E, Schreiter N, Renz D, Pöllinger A.

Gezielte Methoden zur Messung der Patientenzufriedenheit in einem radiologischen Versorgungszentrum (MVZ). Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen und der bildgebenden Verfahren (RöFo) 2010; 182(11):965-72

Ziel dieser Studie war es, das Erkenntnispotenzial der beiden methodischen Ansätze der *Critical Incident Technik* und der *Sequentiellen Ereignismethode* für die Ermittlung der Patientenzufriedenheit im klinischen Alltag eines radiologischen Versorgungszentrums (MVZ) an einer Universitätsklinik zu evaluieren und Nutzenpotenziale für die Praxis abzuleiten.

In einer prospektiven Studie wurden im Zeitraum von Mai bis Juni 2009 insgesamt 159 Patienten (87 Frauen, 72 Männer) im Anschluss an eine CT-Untersuchung in unserer Klinik hinsichtlich ihrer Zufriedenheit mit der radiologischen Untersuchungsleistung befragt (vgl. Abbildung 4). Gemäß der *Critical Incident Technik* sollten die Patienten zunächst spontan erinnerte besonders positive und negative Aspekte der Untersuchungsleistung nennen („kritische Ereignisse“). Anschließend wurde allen Patienten ein auf einem Blueprint basierender Ablaufplan einer CT-Untersuchung mit sieben Einzelschritten (Ankunft und Anmeldung; Flexüle legen; Weg zur CT-Untersuchung; Warten vor der CT-Untersuchung; Aufklärungsgespräch; CT-Untersuchung; Verabschiedung und Verlassen der Klinik) vorgelegt. Die Patienten wurden nun gebeten, erneut möglichst detailliert besonders positive und negative Aspekte zu jedem der Einzelschritte zu nennen.

## Interview-Fragebogen Patientenzufriedenheit

### I. Critical Incident Technique – CIT

Welche Aspekte des gesamten Untersuchungsablaufes haben Sie als besonders *angenehm* empfunden?

Welche Aspekte des gesamten Untersuchungsablaufes haben Sie als besonders *unangenehm* empfunden?

### II. Sequentielle Ereignismethode – SEM

Die folgende Übersicht gibt den Ablauf Ihrer Computertomographie-Untersuchung in unserer Klinik in ihren Einzelschritten wieder. Was haben Sie bei jedem Einzelschritt jeweils als besonders *angenehm* (+) oder *unangenehm* (-) empfunden?



**Abbildung 4:** Interview-Fragebogen unter Verwendung der Critical Incident Technik und der Sequentiellen Ereignismethode; aus Originalarbeit 2, S. 967.

Die Befragung orientiert an der Critical Incident Technik erbrachte insgesamt 356 Nennungen, darunter 183 positive und 173 negative. Die positiven und negativen Nennungen wurden jeweils thematisch kategorisiert. Dabei ergaben sich thematische Kategorien: 1. Umgang des Personals mit den Patienten (98 positive und 15 negative Nennungen), 2. Ablauf und Organisation (55 positive und 67 negative Nennungen), 3. eigentliche CT-Untersuchung (24 positive und 42 negative Nennungen) und 4. Räumlichkeiten und Ambiente des Umfeldes (6 positive und 49 negative Nennungen).

Die anschließende erneute, detaillierte Befragung gemäß der Sequentiellen Ereignismethode auf der Grundlage eines Blueprints ergab mit 1413 Nennungen verglichen mit der CIT signifikant mehr Nennungen (Chi-Quadrat-Test,  $p < 0,001$ ). Hierunter waren 939 positive und 474 negative Nennungen, so dass sich insgesamt signifikant mehr positive Nennungen ergaben (Chi-Quadrat-Test,  $p < 0,001$ ).

## **Originalarbeit 2**

**Maurer MH**, Stein E, Schreiter N, Renz D, Pöllinger A.

Gezielte Methoden zur Messung der Patientenzufriedenheit in einem radiologischen Versorgungszentrum (MVZ). Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen und der bildgebenden Verfahren (RöFo) 2010; 182(11):965-72.

<http://dx.doi.org/10.1055/s-0029>

Lizenz für Reproduktion erteilt am 10.01.2012

## **Originalarbeit 2**

**Maurer MH**, Stein E, Schreiter N, Renz D, Pöllinger A.

Gezielte Methoden zur Messung der Patientenzufriedenheit in einem radiologischen Versorgungszentrum (MVZ). Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen und der bildgebenden Verfahren (RöFo) 2010; 182(11):965-72.

<http://dx.doi.org/10.1055/s-0029>

Lizenz für Reproduktion erteilt am 10.01.2012

## **Originalarbeit 2**

**Maurer MH**, Stein E, Schreiter N, Renz D, Pöllinger A.

Gezielte Methoden zur Messung der Patientenzufriedenheit in einem radiologischen Versorgungszentrum (MVZ). Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen und der bildgebenden Verfahren (RöFo) 2010; 182(11):965-72.

<http://dx.doi.org/10.1055/s-0029>

Lizenz für Reproduktion erteilt am 10.01.2012

## **Originalarbeit 2**

**Maurer MH**, Stein E, Schreiter N, Renz D, Pöllinger A.

Gezielte Methoden zur Messung der Patientenzufriedenheit in einem radiologischen Versorgungszentrum (MVZ). Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen und der bildgebenden Verfahren (RöFo) 2010; 182(11):965-72.

<http://dx.doi.org/10.1055/s-0029>

Lizenz für Reproduktion erteilt am 10.01.2012

## **Originalarbeit 2**

**Maurer MH**, Stein E, Schreiter N, Renz D, Pöllinger A.

Gezielte Methoden zur Messung der Patientenzufriedenheit in einem radiologischen Versorgungszentrum (MVZ). Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen und der bildgebenden Verfahren (RöFo) 2010; 182(11):965-72.

<http://dx.doi.org/10.1055/s-0029>

Lizenz für Reproduktion erteilt am 10.01.2012

## **Originalarbeit 2**

**Maurer MH**, Stein E, Schreiter N, Renz D, Pöllinger A.

Gezielte Methoden zur Messung der Patientenzufriedenheit in einem radiologischen Versorgungszentrum (MVZ). Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen und der bildgebenden Verfahren (RöFo) 2010; 182(11):965-72.

<http://dx.doi.org/10.1055/s-0029>

Lizenz für Reproduktion erteilt am 10.01.2012

## **Originalarbeit 2**

**Maurer MH**, Stein E, Schreiter N, Renz D, Pöllinger A.

Gezielte Methoden zur Messung der Patientenzufriedenheit in einem radiologischen Versorgungszentrum (MVZ). Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen und der bildgebenden Verfahren (RöFo) 2010; 182(11):965-72.

<http://dx.doi.org/10.1055/s-0029>

Lizenz für Reproduktion erteilt am 10.01.2012

## **Originalarbeit 2**

**Maurer MH**, Stein E, Schreiter N, Renz D, Pöllinger A.

Gezielte Methoden zur Messung der Patientenzufriedenheit in einem radiologischen Versorgungszentrum (MVZ). Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen und der bildgebenden Verfahren (RöFo) 2010; 182(11):965-72.

<http://dx.doi.org/10.1055/s-0029>

Lizenz für Reproduktion erteilt am 10.01.2012

### **3.1.3 Patientenzufriedenheit bei der Implantation venöser Portkatheter (Originalarbeit 3)**

**Maurer MH**, Beck A, Hamm B, Gebauer B.

Central Venous Port Catheters: Evaluation of Patient's Satisfaction with Implantation under Local Anaesthesia. *Journal of Vascular Access* 2009; 10(1):27-32.

Unter Berücksichtigung der hohen Bedeutung der Patientenzufriedenheit mit radiologischen Diagnostik- und Behandlungsleistungen war es das Ziel einer Untersuchung, die Zufriedenheit stationärer und ambulanter Patienten im Rahmen der Implantation eines venösen Portkatheter-Systems in unserer Klinik zu evaluieren.

Im Zeitraum von Mai bis August 2007 wurde bei insgesamt 100 Patienten (davon 25 ambulant und 75 stationär) die Implantation eines venösen Port-Kathetersystems unter standardisierten Bedingungen [103, 104] vorgenommen.

Im Anschluss an die Implantation des venösen Port-Katheter-Systems wurde allen Patienten während der Überwachungszeit von ca. einer Stunde in einem separaten Raum ein acht Fragen umfassender Fragebogen vorgelegt (vgl. Tabelle 1). Hierin sollten die Patienten zunächst bewerten, inwieweit sie sich vor dem Eingriff umfassend über den Behandlungsablauf informiert fühlten. Darüber hinaus wurden die Patienten zur Freundlichkeit des behandelnden Arztes und der Krankenschwester befragt. Neben einer Einschätzung der eigenen Ängstlichkeit sollten die Patienten den selbst empfundenen Schmerz während der Implantation bewerten und ob die Lokalanästhesie (ca. 35 ml Xylonest 0,5% mit Adrenalin) ausreichte. Zudem wurden sie bezüglich der Gesamtzufriedenheit mit der Behandlung befragt und inwieweit diese weiterzuempfehlen sei. Jede Frage konnte auf einer 10-Punkte-Skala bewertet werden (10=Merkmal besonders hoch ausgeprägt, 1 = Merkmal besonders niedrig ausgeprägt).

Es folgten abschließend zwei weitere offene Fragen, im Rahmen derer die Patienten Aspekte im Behandlungsablauf, die sie als besonderes angenehm bzw. unangenehm empfanden, notieren sollten. Schließlich wurde die Möglichkeit gegeben, Anmerkungen,

Kritik und Verbesserungsvorschläge zu äußern. Zusätzlich wurde die Gesamtdauer des Eingriffs (Patientenvorbereitung, Implantation, Patientennachbereitung, Raumdesinfektion) dokumentiert.

Auf der 10-Punkte-Skala bewerteten die Patienten die Aufklärung über den Behandlungsablauf mit durchschnittlich 9,65, die Freundlichkeit des behandelnden Arztes mit durchschnittlich 9,89 und diejenige der Schwestern mit 9,9 (vgl. Tabelle 1). Die Lokalanästhesie wurde im Durchschnitt als nahezu vollkommen ausreichend empfunden (9,56), der selbst empfundene Schmerz mit durchschnittlich 9,05 angegeben (10 = gar kein Schmerz). Die eigene Ängstlichkeit wurde mit 8,56 (10 = gar nicht ängstlich) beurteilt. Als Durchschnittswert für die Gesamtzufriedenheit mit der Behandlung ergab sich 9,62 (10 = vollkommen zufrieden). Die Studienteilnehmer konnten sich in hohem Maße vorstellen, die Port-Implantation in unserer Klinik weiterzuempfehlen (9,77).

Vierzig Patienten nutzten die Möglichkeit, als besonders angenehm bzw. unangenehm empfundene Aspekte der Gesamtleistung zu nennen und schließlich Anmerkungen und Verbesserungsvorschläge zu äußern. Als besonders angenehm wurden beispielsweise eine kurze Behandlungsdauer, die gute Zusammenarbeit von Arzt und Schwester sowie die Erklärung der vorgenommenen Einzelschritte der Behandlung beurteilt (vgl. Tabelle 1). Besonders unangenehm empfand ein Patient z. B. den zu kühlen Behandlungsraum und ein leichtes Brennen der örtlichen Betäubung.

<b>Patientenfragebogen zur Zufriedenheit mit der venösen Portkatheterimplantation</b>	
<b>Frage</b>	<b>Durchschnitts-Ergebnis</b>
1. Fühlten Sie sich vor Beginn des Eingriffs umfassend über den Behandlungsablauf informiert und konnten Sie alle evtl. noch verbliebenen Fragen klären? (10 = sehr gut informiert; 1 = sehr schlecht informiert)	9,65 (Min 5, Max 10; SD 1,10)
2. Freundlichkeit des behandelnden Arztes (10 = sehr freundlich; 1 = sehr unfreundlich)	9,89 (Min 8, Max 10; SD 0,37)
3. Freundlichkeit der Krankenschwester, der RTA (10 = sehr freundlich; 1 = sehr unfreundlich)	9,9 (Min 8, Max 10; SD 0,33)
4. Selbst empfundener Schmerz während der Port-Implantation (10 = gar kein Schmerz; 1 = sehr starker Schmerz)	9,05 (Min 5, Max 10; SD 1,44)
5. War die oberflächliche Betäubung der Haut ausreichend? (10 = vollkommen ausreichend; 1 = gar nicht ausreichend)	9,56 (Min 6, Max 10; SD 1,10)
6. Selbsteinschätzung der eigenen Ängstlichkeit vor der Implantation (10 = gar nicht ängstlich, 1 = außerordentlich ängstlich)	8,56 (Min 1, Max 10; SD 2,54)
7. Zufriedenheit mit der Portimplantation insgesamt (10 = vollkommen zufrieden; 1 = gar nicht zufrieden)	9,62 (Min 8, Max 10; SD 0,66) (ambulante Patienten 9,72)
8. Können Sie die in unserer Klinik durchgeführte radiologisch-interventionelle Port-Implantation weiterempfehlen? (10 = kann ich bedingungslos weiterempfehlen; 1 = kann ich gar nicht weiterempfehlen)	9,77 (Min 8, Max 10; SD 0,51)
9. Gab es Aspekte im Behandlungsablauf, die Sie als <i>angenehm</i> empfunden haben?	z. B. „freundliche und kompetente Betreuung“, „gute Zusammenarbeit zwischen Arzt“ und Schwester“, „Erklärung der einzelnen Behandlungsschritte“, „kurze Behandlungsdauer“
10. Gab es Aspekte im Behandlungsablauf, die Sie als <i>unangenehm</i> empfunden haben?	z. B. „längere Wartezeit vor Beginn des Eingriffs“, „örtliche Betäubung brannte etwas“
11. Anmerkungen, Kritik, Verbesserungsvorschläge	z. B. „Der Behandlungsraum war zu kühl“, „Entspannungsmusik wäre schön“

**Tabelle 1:** Fragebogen und Ergebnisse der Evaluation der Patientenzufriedenheit mit der Implantation eines venösen Portsystems.

### **Originalarbeit 3**

**Maurer MH**, Beck A, Hamm B, Gebauer B.

Central Venous Port Catheters: Evaluation of Patient's Satisfaction with Implantation under Local Anaesthesia. *Journal of Vascular Access* 2009; 10(1):27-32.

PMID: 19340796

Lizenz für Reproduktion erteilt am 03.01.2012

### **Originalarbeit 3**

**Maurer MH**, Beck A, Hamm B, Gebauer B.

Central Venous Port Catheters: Evaluation of Patient's Satisfaction with Implantation under Local Anaesthesia. *Journal of Vascular Access* 2009; 10(1):27-32.

PMID: 19340796

Lizenz für Reproduktion erteilt am 03.01.2012

### **Originalarbeit 3**

**Maurer MH**, Beck A, Hamm B, Gebauer B.

Central Venous Port Catheters: Evaluation of Patient's Satisfaction with Implantation under Local Anaesthesia. *Journal of Vascular Access* 2009; 10(1):27-32.

PMID: 19340796

Lizenz für Reproduktion erteilt am 03.01.2012

### **Originalarbeit 3**

**Maurer MH**, Beck A, Hamm B, Gebauer B.

Central Venous Port Catheters: Evaluation of Patient's Satisfaction with Implantation under Local Anaesthesia. *Journal of Vascular Access* 2009; 10(1):27-32.

PMID: 19340796

Lizenz für Reproduktion erteilt am 03.01.2012

### **Originalarbeit 3**

**Maurer MH**, Beck A, Hamm B, Gebauer B.

Central Venous Port Catheters: Evaluation of Patient's Satisfaction with Implantation under Local Anaesthesia. *Journal of Vascular Access* 2009; 10(1):27-32.

PMID: 19340796

Lizenz für Reproduktion erteilt am 03.01.2012

### **Originalarbeit 3**

**Maurer MH**, Beck A, Hamm B, Gebauer B.

Central Venous Port Catheters: Evaluation of Patient's Satisfaction with Implantation under Local Anaesthesia. *Journal of Vascular Access* 2009; 10(1):27-32.

PMID: 19340796

Lizenz für Reproduktion erteilt am 03.01.2012

## 3.2 Kostenmanagement

### 3.2.1 Kostenvergleichsanalyse von zwei diagnostischen Algorithmen bei der Erstdiagnostik des Rektumkarzinoms (Originalarbeit 4)

Huppertz A, Schmidt M, Wagner M, Püttcher O, Asbach P, Strassburg J, Stöckmann F, Schöffski O, **Maurer MH**.

Whole-body MR imaging versus an Established Sequential, Multimodal Diagnostic Algorithm for Staging Patients with Rectal Cancer: Cost Analysis. Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen und der bildgebenden Verfahren (RöFo) 2010; 182(9):793-802

Im Rahmen der Bewertung neuer radiologischer Verfahren und deren Anwendungsempfehlung durch fachspezifische Leitlinienkommissionen wird neben der medizinischen Wertigkeit des Verfahrens im Sinne seiner diagnostischen Genauigkeit auch zunehmend auf ein vernünftiges Kosten-Nutzen-Verhältnis geachtet.

Bisher wird in der S3-Leitlinie für das präoperative TNM-Staging eines Rektumkarzioms ein sequentieller Diagnostikalgorithmus bestehend aus einer Rektoskopie, einem endoskopischen Ultraschall, einer Ultraschalluntersuchung des Abdomen und einem Röntgenbild des Thorax in zwei Ebenen empfohlen [105]. Bei einem Verdacht auf hepatische Metastasen soll zudem eine Computertomographie des Abdomens mit intravenösem jodhaltigen Kontrastmittel erfolgen.

In den vergangenen Jahren hat sich die MRT zu einem akkuraten Verfahren in der therapeutischen Planung von Patienten mit einem Rektumkarzinom entwickelt vor allem hinsichtlich des Vorhersagewertes einer Beteiligung des perirektalen Resektionsrandes und der Möglichkeit einer totalen mesorektalen Resektion (engl. total mesorectal resection, TME) [106-113]. Zudem hat sich die kontrastmittelunterstützte MRT des Abdomens als äußerst sensitiv zur Detektion von Lebermetastasen erwiesen [114, 115] und erlaubt zudem eine präzise Detektion von pulmonaren Läsionen [116].

Unter der Annahme einer zumindest gleichwertigen diagnostischen Effektivität des etablierten sequentiellen Diagnostikalgorithmus einerseits und einer Ganzkörper-MRT der Lunge, des Abdomens und der lokalen rektalen Tumorausdehnung führten wir eine

Wirtschaftlichkeitsanalyse beider Algorithmen in Form einer Kosten-Kosten-Analyse aus der Perspektive des Krankenhauses (Kostenminimierungsanalyse) durch.

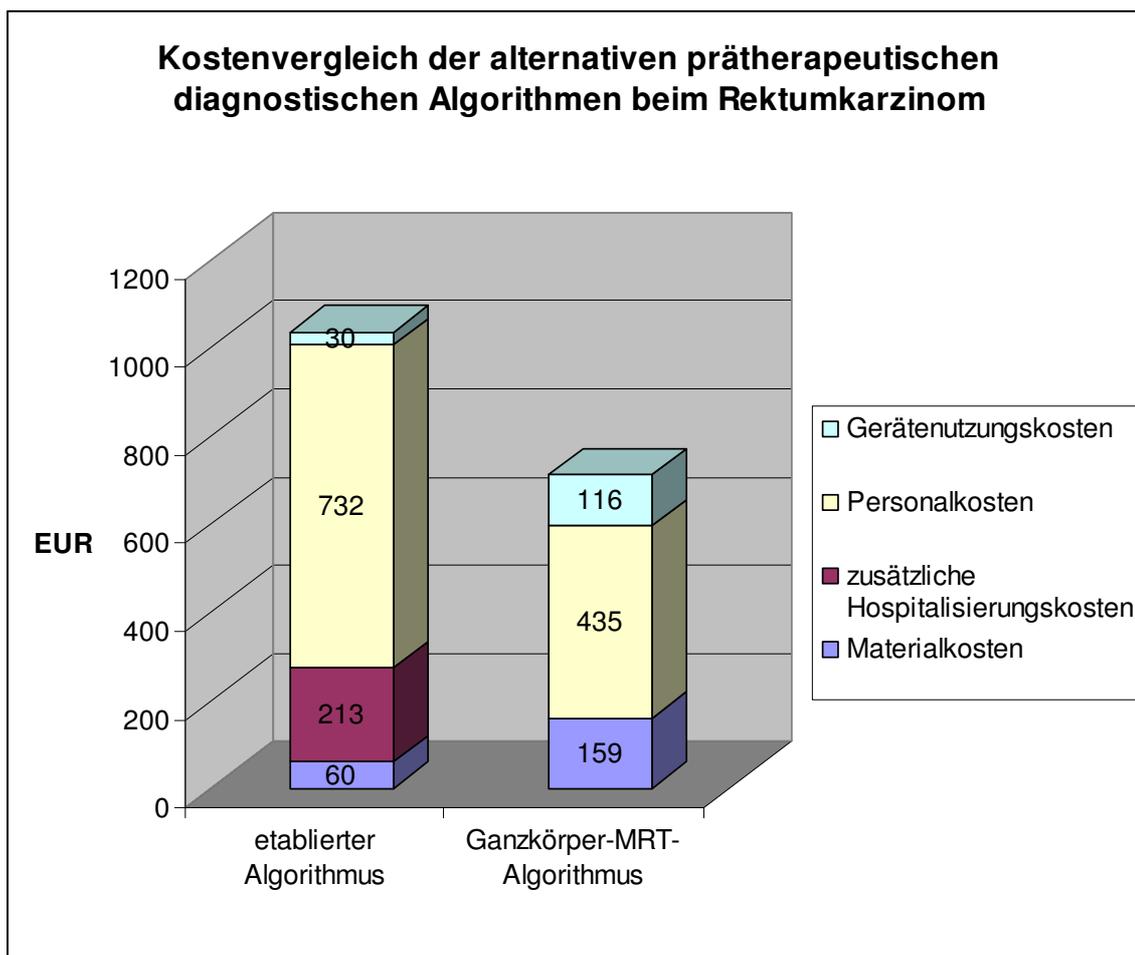
33 Patienten (25 Männer, 8 Frauen, Durchschnittsalter 62,5 Jahre) mit der histologischen Erstdiagnose eines Rektumkarzinoms vor dessen geplanter chirurgischer Resektion wurden in die Studie eingeschlossen. Sämtliche Patienten erhielten zunächst die gemäß den Leitlinien etablierte prätherapeutische Bildgebung. Zusätzlich erhielten sämtliche Patienten eine prätherapeutische Bildgebung mittels Ganzkörper-MRT.

Für den Vergleich der Kosten beider diagnostischer Algorithmen wurden deren Hauptprozesse und ihre Einzelschritte dokumentiert. Anschließend erfolgten eine zeitliche Bewertung jedes Einzelschrittes und der Gesamtprozesse. Darüber hinaus wurden die personellen Ressourcen verschiedener Personalgruppen monetär bewertet sowie die Kosten für die Gerätenutzung und für das Verbrauchsmaterial ermittelt. Die jeweiligen Gesamtkosten für die beiden diagnostischen Algorithmen ergaben sich als Summe der verschiedenen Kostenarten. Maßgeblich war dabei der Zeitraum beginnend mit der Patientenaufnahme bis zu Therapieentscheidung im Tumorboard.

Verglichen mit dem etablierten diagnostischen Algorithmus, der bis zu 7 Hauptprozesse umfasste (Aufnahme, Rektoskopie, Endo-Ultraschall, Thoraxröntgen, abdomineller Ultraschall, ggf. CT des Thorax und Abdomens, Vorstellung im Tumorboard), waren bei der Verwendung der Ganzkörper-MRT nur 4 Hauptprozesse (Aufnahme, Rektoskopie, Ganzkörper-MRT, Vorstellung im Tumorboard) notwendig.

Dabei waren die Kosten des Ganzkörper-MRT-Algorithmus verglichen mit dem etablierten sequentiellen Algorithmus je Patient höher für die Gerätenutzung (EUR 116 versus EUR 30) und für das Verbrauchsmaterial (EUR 159 versus EUR 60, vgl. Abbildung 5). Aufgrund der deutlich höheren Beanspruchung des Personals für die verschiedenen Verfahren des sequentiellen Algorithmus waren die Personalkosten des Ganzkörper-MRT-Algorithmus (EUR 436, mittlere Untersuchungsdauer 55 Minuten) jedoch erheblich niedriger als diejenigen des sequentiellen Algorithmus (EUR 732 je Patient). Unter Berücksichtigung zusätzlicher Kosten für einen notwendigen längeren stationären Aufenthalt bei Verwendung des sequentiellen Algorithmus ergab sich ein Kostenvorteil des

MRT-Algorithmus von 31,3 % (711 EUR gegenüber 1035 EUR). Durch den Einsatz der Ganzkörper-MRT im präoperativen TNM-Staging von Patienten mit einem Rektumkarzinom können die präoperativen diagnostischen Prozesse deutlich verschlankt werden und es lassen sich erhebliche Kostenvorteile erzielen.



**Abbildung 5:** Gesamtkosten der beiden diagnostischen Algorithmen für die prätherapeutische Bildgebung beim Rektumkarzinom. Trotz höherer Kosten für die Gerätenutzung und für das Verbrauchsmaterial ergeben sich aufgrund deutlich niedriger Personalkosten geringere Gesamtkosten für den Ganzkörper-MRT-Algorithmus (EUR 711 versus EUR 1035 für den etablierten Algorithmus).

#### **Originalarbeit 4**

Huppertz A, Schmidt M, Wagner M, Püttcher O, Asbach P, Strassburg J, Stöckmann F, Schöffski O, **Maurer MH**.

Whole-body MR imaging versus an Established Sequential, Multimodal Diagnostic Algorithm for Staging Patients with Rectal Cancer: Cost Analysis. Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen und der bildgebenden Verfahren (RöFo) 2010; 182(9):793-802.

<http://dx.doi.org/10.1055/s-0029-1245463>

Lizenz für Reproduktion erteilt am 10.01.2012

#### **Originalarbeit 4**

Huppertz A, Schmidt M, Wagner M, Püttcher O, Asbach P, Strassburg J, Stöckmann F, Schöffski O, **Maurer MH**.

Whole-body MR imaging versus an Established Sequential, Multimodal Diagnostic Algorithm for Staging Patients with Rectal Cancer: Cost Analysis. Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen und der bildgebenden Verfahren (RöFo) 2010; 182(9):793-802.

<http://dx.doi.org/10.1055/s-0029-1245463>

Lizenz für Reproduktion erteilt am 10.01.2012

#### **Originalarbeit 4**

Huppertz A, Schmidt M, Wagner M, Püttcher O, Asbach P, Strassburg J, Stöckmann F, Schöffski O, **Maurer MH.**

Whole-body MR imaging versus an Established Sequential, Multimodal Diagnostic Algorithm for Staging Patients with Rectal Cancer: Cost Analysis. Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen und der bildgebenden Verfahren (RöFo) 2010; 182(9):793-802.

<http://dx.doi.org/10.1055/s-0029-1245463>

Lizenz für Reproduktion erteilt am 10.01.2012

#### **Originalarbeit 4**

Huppertz A, Schmidt M, Wagner M, Püttcher O, Asbach P, Strassburg J, Stöckmann F, Schöffski O, **Maurer MH.**

Whole-body MR imaging versus an Established Sequential, Multimodal Diagnostic Algorithm for Staging Patients with Rectal Cancer: Cost Analysis. Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen und der bildgebenden Verfahren (RöFo) 2010; 182(9):793-802.

<http://dx.doi.org/10.1055/s-0029-1245463>

Lizenz für Reproduktion erteilt am 10.01.2012

#### **Originalarbeit 4**

Huppertz A, Schmidt M, Wagner M, Püttcher O, Asbach P, Strassburg J, Stöckmann F, Schöffski O, **Maurer MH**.

Whole-body MR imaging versus an Established Sequential, Multimodal Diagnostic Algorithm for Staging Patients with Rectal Cancer: Cost Analysis. Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen und der bildgebenden Verfahren (RöFo) 2010; 182(9):793-802.

<http://dx.doi.org/10.1055/s-0029-1245463>

Lizenz für Reproduktion erteilt am 10.01.2012

#### **Originalarbeit 4**

Huppertz A, Schmidt M, Wagner M, Püttcher O, Asbach P, Strassburg J, Stöckmann F, Schöffski O, **Maurer MH.**

Whole-body MR imaging versus an Established Sequential, Multimodal Diagnostic Algorithm for Staging Patients with Rectal Cancer: Cost Analysis. Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen und der bildgebenden Verfahren (RöFo) 2010; 182(9):793-802.

<http://dx.doi.org/10.1055/s-0029-1245463>

Lizenz für Reproduktion erteilt am 10.01.2012

#### **Originalarbeit 4**

Huppertz A, Schmidt M, Wagner M, Püttcher O, Asbach P, Strassburg J, Stöckmann F, Schöffski O, **Maurer MH.**

Whole-body MR imaging versus an Established Sequential, Multimodal Diagnostic Algorithm for Staging Patients with Rectal Cancer: Cost Analysis. Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen und der bildgebenden Verfahren (RöFo) 2010; 182(9):793-802.

<http://dx.doi.org/10.1055/s-0029-1245463>

Lizenz für Reproduktion erteilt am 10.01.2012

#### **Originalarbeit 4**

Huppertz A, Schmidt M, Wagner M, Püttcher O, Asbach P, Strassburg J, Stöckmann F, Schöffski O, **Maurer MH.**

Whole-body MR imaging versus an Established Sequential, Multimodal Diagnostic Algorithm for Staging Patients with Rectal Cancer: Cost Analysis. Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen und der bildgebenden Verfahren (RöFo) 2010; 182(9):793-802.

<http://dx.doi.org/10.1055/s-0029-1245463>

Lizenz für Reproduktion erteilt am 10.01.2012

#### **Originalarbeit 4**

Huppertz A, Schmidt M, Wagner M, Püttcher O, Asbach P, Strassburg J, Stöckmann F, Schöffski O, **Maurer MH.**

Whole-body MR imaging versus an Established Sequential, Multimodal Diagnostic Algorithm for Staging Patients with Rectal Cancer: Cost Analysis. Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen und der bildgebenden Verfahren (RöFo) 2010; 182(9):793-802.

<http://dx.doi.org/10.1055/s-0029-1245463>

Lizenz für Reproduktion erteilt am 10.01.2012

#### **Originalarbeit 4**

Huppertz A, Schmidt M, Wagner M, Püttcher O, Asbach P, Strassburg J, Stöckmann F, Schöffski O, **Maurer MH.**

Whole-body MR imaging versus an Established Sequential, Multimodal Diagnostic Algorithm for Staging Patients with Rectal Cancer: Cost Analysis. Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen und der bildgebenden Verfahren (RöFo) 2010; 182(9):793-802.

<http://dx.doi.org/10.1055/s-0029-1245463>

Lizenz für Reproduktion erteilt am 10.01.2012

### 3.2.2 Analyse der Kosten von Ultraschallverlaufskontrollen bei polytraumatisierten Patienten (Originalarbeit 5)

**Maurer MH**, Winkler A, Wichlas F, Powerski M, Elgeti F, Huppertz A, Röttgen R, Marnitz T.

Kosten und Stellenwert von Ultraschallverlaufskontrollen bei polytraumatisierten Patienten nach initialer Computertomographie. Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen und der bildgebenden Verfahren (RöFo) 2012;184(1):53-8.

Bei Patienten mit einer vermuteten Polytraumatisierung kommen neben der initialen Ultraschalldiagnostik in vier Standardebenen (FAST = engl. focused assessment with sonography for trauma) gemäß der Leitlinie der Gesellschaft für Unfallchirurgie zusätzliche Ultraschallverlaufskontrolluntersuchungen als Bestandteil des weiteren Behandlungsalgorithmus zum Einsatz [117]. Ziel solcher in der Regel sechs Stunden nach Erstaufnahme durchgeführter Ultraschallverlaufskontrollen ist die Entdeckung möglicher zweizeitiger Organblutungen mit einer potenziellen Gefährdung der Patienten.

Die Versorgung Schwerstverletzter wird in Kliniken der Maximalversorgung vorgenommen. Aufgrund des hohen Spezialisierungsgrades solcher Kliniken werden die notwendigen Ultraschallverlaufskontrollen zumeist von radiologischen Abteilungen gewährleistet. Wird dabei auf die Einhaltung eines strengen Zeitfensters für die Verlaufskontrollen geachtet, so sind solche Verlaufskontrollen auch vielfach im Nacht- und Bereitschaftsdienst durchzuführen. Aus Sicht einer radiologischen Abteilung stellen diese Untersuchungen daher einen erheblichen Aufwand an personellen Ressourcen dar, die zudem permanent vorgehalten werden müssen.

Durch die Einführung der Diagnosis Related Groups (DRG) in Deutschland ist es für Kliniken und Kostenträger sehr wichtig geworden, einen transparenten Überblick über die eigenen Leistungen und deren tatsächliche Kosten sowie den jeweiligen Anteil an der DRG zu gewinnen. Für die Radiologie existieren bisher erst wenige Studien, die die ge-

neuen Kostenstrukturen aus der Sicht einer radiologischen Abteilung untersucht haben [3, 14, 118].

Ziel dieser Studie war es daher, neben dem Nutzen von Ultraschallverlaufskontrollen nach initial erfolgter CT-Untersuchung bei potentiell polytraumatisierten Patienten die dabei anfallenden Kosten aus Sicht einer radiologischen Abteilung zu evaluieren.

Für die Kostenanalyse wurden verschiedene Kostenarten erfasst und hierbei zwischen direkten fixen Kosten (Kosten für die Anschaffung der verwendeten Untersuchungsgeräte und deren Abschreibung, die nicht mit der Anzahl der durchgeführten Untersuchungen variieren) und direkten variablen Kosten (Kosten, die von den tatsächlichen durchgeführten Untersuchungen abhängig, wie beispielsweise Personalkosten und Verbrauchsmaterialien) differenziert. Die Gesamtkosten stellten eine Addition der direkten fixen und direkten variablen Kosten dar.

Es wurde ein Prozessmodell entwickelt, um auf dessen Grundlage die Personalkosten für die Durchführung der Ultraschallverlaufskontrollen auf den Stationen zu berechnen. Jedem Einzelschritt des Gesamtprozesses wurde das hierbei involvierte Personal (z. B. Oberarzt, Assistenzarzt, MTRA) sowie die minutengenaue Zeitdauer zugeordnet. Um die unterschiedliche zeitliche Inanspruchnahme (in Minuten) der verschiedenen Personalrollen zu bestimmen, wurde während eines Monats (September 2009) eine Dokumentation der Zeitendauern der jeweiligen Einzelschritte der Untersuchung und Befundung durchgeführt und hieraus Mittelwerte gebildet. Die Kosten für sämtliche benötigten Verbrauchsmaterialien wurden auf der Grundlage der Einkaufspreise ermittelt.

Es wurden insgesamt 176 Patienten (126 Männer, 50 Frauen, Alter  $43,5 \pm 17,4$  Jahre) mit einer vermuteten Polytraumatisierung einbezogen. Basierend auf den ermittelten Einzelschritten des Gesamtprozesses der Ultraschalluntersuchung, den Minutenkosten für die verschiedenen Personalgruppen und den durchschnittlichen Personalbindungszeiten wurden Gesamtpersonalkosten in Höhe von 25,19 Euro für die Ultraschallverlaufskontrollen ermittelt. Die anteiligen Kosten je Untersuchung für das mobile Ultraschallgerät (GE Logiq e, General Electric, Fairfield, CT, USA) betragen 2,24 Euro, weite-

re Sachkosten (Ultraschallgel, Desinfektionstücher, Papier für mobilen Drucker) betragen 1,50 Euro je Untersuchung. Aus der Perspektive einer radiologischen Abteilung ergaben sich somit Gesamtkosten in Höhe von insgesamt 28,93 Euro je stationär durchgeführter Ultraschallverlaufskontrolluntersuchung.

## **Originalarbeit 5**

**Maurer MH**, Winkler A, Wichlas F, Powerski M, Elgeti F, Huppertz A, Röttgen R, Marnitz T.

Kosten und Stellenwert von Ultraschallverlaufskontrollen bei polytraumatisierten Patienten nach initialer Computertomographie. Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen und der bildgebenden Verfahren (RöFo) 2012;184(1):53-8.

<http://dx.doi.org/10.1055/s-0031-1281638>

Lizenz für Reproduktion erteilt am 10.01.2012

## **Originalarbeit 5**

**Maurer MH**, Winkler A, Wichlas F, Powerski M, Elgeti F, Huppertz A, Röttgen R, Marnitz T.

Kosten und Stellenwert von Ultraschallverlaufskontrollen bei polytraumatisierten Patienten nach initialer Computertomographie. Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen und der bildgebenden Verfahren (RöFo) 2012;184(1):53-8.

<http://dx.doi.org/10.1055/s-0031-1281638>

Lizenz für Reproduktion erteilt am 10.01.2012

## **Originalarbeit 5**

**Maurer MH**, Winkler A, Wichlas F, Powerski M, Elgeti F, Huppertz A, Röttgen R, Marnitz T.

Kosten und Stellenwert von Ultraschallverlaufskontrollen bei polytraumatisierten Patienten nach initialer Computertomographie. Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen und der bildgebenden Verfahren (RöFo) 2012;184(1):53-8.

<http://dx.doi.org/10.1055/s-0031-1281638>

Lizenz für Reproduktion erteilt am 10.01.2012

## **Originalarbeit 5**

**Maurer MH**, Winkler A, Wichlas F, Powerski M, Elgeti F, Huppertz A, Röttgen R, Marnitz T.

Kosten und Stellenwert von Ultraschallverlaufskontrollen bei polytraumatisierten Patienten nach initialer Computertomographie. Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen und der bildgebenden Verfahren (RöFo) 2012;184(1):53-8.

<http://dx.doi.org/10.1055/s-0031-1281638>

Lizenz für Reproduktion erteilt am 10.01.2012

## **Originalarbeit 5**

**Maurer MH**, Winkler A, Wichlas F, Powerski M, Elgeti F, Huppertz A, Röttgen R, Marnitz T.

Kosten und Stellenwert von Ultraschallverlaufskontrollen bei polytraumatisierten Patienten nach initialer Computertomographie. Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen und der bildgebenden Verfahren (RöFo) 2012;184(1):53-8.

<http://dx.doi.org/10.1055/s-0031-1281638>

Lizenz für Reproduktion erteilt am 10.01.2012

## **Originalarbeit 5**

**Maurer MH**, Winkler A, Wichlas F, Powerski M, Elgeti F, Huppertz A, Röttgen R, Marnitz T.

Kosten und Stellenwert von Ultraschallverlaufskontrollen bei polytraumatisierten Patienten nach initialer Computertomographie. Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen und der bildgebenden Verfahren (RöFo) 2012;184(1):53-8.

<http://dx.doi.org/10.1055/s-0031-1281638>

Lizenz für Reproduktion erteilt am 10.01.2012

### 3.2.3 Kostenvergleich der $^{111}\text{In}$ -DTPA-Octreotid-Szintigraphie und der $^{68}\text{Ga}$ -DOTATOC PET/CT beim Staging neuroendokriner Tumoren (Originalarbeit 6)

Schreiter NF, Brenner W, Nogami M, Buchert R, Huppertz A, Pape UF, Prasad V, Hamm B, **Maurer MH**.

Cost comparison of  $^{111}\text{In}$ -DTPA-octreotide scintigraphy and  $^{68}\text{Ga}$ -DOTATOC PET/CT for staging enteropancreatic neuroendocrine tumours. *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging* 2012; 39(1):72-82.

Neuroendokrine Tumoren (NET) stellen eine heterogene Gruppe von Tumoren neuroendokrinen Ursprungs dar [119]. NET weisen eine Überexpression von Somatostatinrezeptoren auf, so dass ein Nachweis durch die Applikation von radioaktiv markierten Somatostatin-Analoga möglich ist. Aktuell stellt die  $^{111}\text{In}$ -DTPA-Octreotid-Szintigraphie ein Standarddiagnostikverfahren bei Patienten mit einem NET dar. Dabei bindet  $^{111}\text{In}$ -DTPA-Octreotid an den Somatostatin-Rezeptor Typ II (SSTR-2) und emittiert Gammastrahlung, welche mittels einer Gamma-Kamera detektiert werden kann. Die in verschiedenen Studien berichtete Sensitivität von  $^{111}\text{In}$ -DTPA-Octreotid zur Detektion von NET betrug zwischen 80 und 100% [120, 121].

Als ein alternatives Diagnostikverfahren gilt die später entwickelte Positronenemissionstomographie mit dem Tracer  $^{68}\text{Ga}$ -DOTATOC.  $^{68}\text{Ga}$ -DOTATOC stellt ein Somatostatin-Analogon dar, welches ebenfalls eine Affinität zum Somatostatin-Rezeptor Typ II besitzt und verglichen mit  $^{111}\text{In}$ -DTPA hinsichtlich der Läsionsdetektion eine höhere Sensitivität und Spezifität aufweist. Darüber hinaus sind  $^{68}\text{Ga}$ -DOTATOC PET/CT - Untersuchungen mit einer geringeren Strahlenexposition verbunden und nehmen erheblich weniger Untersuchungszeit in Anspruch.

Ziel dieser Kostenvergleichsstudie war daher die Überprüfung der Hypothese, dass Staging-Untersuchungen bei Patienten mit einem NET unter Verwendung der  $^{68}\text{Ga}$ -

DOTATOC PET/CT kostengünstiger als mit dem bisherigen Standardverfahren der <sup>111</sup>In-DTPA-Octreotid-Rezeptor-Szintigraphie durchgeführt werden können.

In die Kostenanalyse wurden in einem 6-monatigen Zeitraum von Januar bis Juni 2009 22 Patienten mit einer <sup>111</sup>In-DTPA-Octreotid-Szintigraphie (inkl. ergänzender notwendiger MRT- und CT-Bildgebung) und 29 mit einer <sup>68</sup>Ga-DOTATOC PET/CT zum Staging eines vorbekannten NET einbezogen. Die Erfassung der direkten fixen Kosten erfolgte auf der Grundlage der Anschaffungs- und Abschreibungskosten für die verwendeten Geräte. Zudem wurden als direkte variable Kostenbestandteile die Kosten für die verwendeten Verbrauchsmaterialien wie z. B. Tracer und intravenöse Kontrastmittel erfasst und die Personalkosten basierend auf Prozessmodellen für die verschiedenen Untersuchungsmethoden und die zeitliche Einbindung der verschiedenen Personalgruppen errechnet. Aus den direkten fixen und direkten variablen Kosten konnten die Gesamtkosten je Patient für beide verschiedenen Verfahren ermittelt werden.

Unter den 22 Patienten, die eine Somatostatin-Rezeptor-Szintigraphie als Staging-Untersuchung erhalten hatten, war bei 18 Patienten mindestens eine ergänzende CT- oder MRT-Untersuchung notwendig. Hingegen waren bei den mittels <sup>68</sup>Ga-DOTATOC PET / CT untersuchten 29 Patienten nur bei 2 Patienten ergänzenden CT- oder MRT-Untersuchungen notwendig.

Für eine Staging-Untersuchung mittels <sup>68</sup>Ga-DOTATOC PET / CT ergaben sich Gesamtkosten in Höhe von EUR 548 je Patient, für eine <sup>111</sup>In-DTPA-Octreotid-Untersuchung hingegen Gesamtkosten in Höhe von EUR 827. Dabei ergab sich bei den Kosten von Geräten und Material ein Kostenverhältnis zwischen einer <sup>68</sup>Ga-DOTATOC PET / CT- versus einer <sup>111</sup>In-DTPA-Octreotid-Untersuchung von EUR 460 zu EUR 720 und ein Kostenverhältnis der Personalkosten von EUR 89 zu EUR 106.

Ingesamt wies die <sup>68</sup>Ga-DOTATOC PET / CT somit deutlich geringere Gesamtkosten als die <sup>111</sup>In-DTPA-Octreotid-Untersuchung je Patient auf. Des Weiteren war diese mit einer erheblich geringeren Anzahl an zusätzlich notwendigen Untersuchungen verbunden.

### **Originalarbeit 6**

Schreiter NF, Brenner W, Nogami M, Buchert R, Huppertz A, Pape UF, Prasad V, Hamm B, **Maurer MH.**

Cost comparison of  $^{111}\text{In}$ -DTPA-octreotide scintigraphy and  $^{68}\text{Ga}$ -DOTATOC PET/CT for staging enteropancreatic neuroendocrine tumours. *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging* 2012; 39(1):72-82.

<http://dx.doi.org/10.1007/s00259-011-1935-5>

Lizenznummer für Reproduktion: 2821160732508 erteilt am 03.01.2012

### **Originalarbeit 6**

Schreiter NF, Brenner W, Nogami M, Buchert R, Huppertz A, Pape UF, Prasad V, Hamm B, **Maurer MH.**

Cost comparison of  $^{111}\text{In}$ -DTPA-octreotide scintigraphy and  $^{68}\text{Ga}$ -DOTATOC PET/CT for staging enteropancreatic neuroendocrine tumours. *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging* 2012; 39(1):72-82.

<http://dx.doi.org/10.1007/s00259-011-1935-5>

Lizenznummer für Reproduktion: 2821160732508 erteilt am 03.01.2012

### **Originalarbeit 6**

Schreiter NF, Brenner W, Nogami M, Buchert R, Huppertz A, Pape UF, Prasad V, Hamm B, **Maurer MH.**

Cost comparison of  $^{111}\text{In}$ -DTPA-octreotide scintigraphy and  $^{68}\text{Ga}$ -DOTATOC PET/CT for staging enteropancreatic neuroendocrine tumours. *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging* 2012; 39(1):72-82.

<http://dx.doi.org/10.1007/s00259-011-1935-5>

Lizenznummer für Reproduktion: 2821160732508 erteilt am 03.01.2012

### **Originalarbeit 6**

Schreiter NF, Brenner W, Nogami M, Buchert R, Huppertz A, Pape UF, Prasad V, Hamm B, **Maurer MH.**

Cost comparison of  $^{111}\text{In}$ -DTPA-octreotide scintigraphy and  $^{68}\text{Ga}$ -DOTATOC PET/CT for staging enteropancreatic neuroendocrine tumours. *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging* 2012; 39(1):72-82.

<http://dx.doi.org/10.1007/s00259-011-1935-5>

Lizenznummer für Reproduktion: 2821160732508 erteilt am 03.01.2012

### **Originalarbeit 6**

Schreiter NF, Brenner W, Nogami M, Buchert R, Huppertz A, Pape UF, Prasad V, Hamm B, **Maurer MH**.

Cost comparison of  $^{111}\text{In}$ -DTPA-octreotide scintigraphy and  $^{68}\text{Ga}$ -DOTATOC PET/CT for staging enteropancreatic neuroendocrine tumours. *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging* 2012; 39(1):72-82.

<http://dx.doi.org/10.1007/s00259-011-1935-5>

Lizenznummer für Reproduktion: 2821160732508 erteilt am 03.01.2012

### **Originalarbeit 6**

Schreiter NF, Brenner W, Nogami M, Buchert R, Huppertz A, Pape UF, Prasad V, Hamm B, **Maurer MH.**

Cost comparison of  $^{111}\text{In}$ -DTPA-octreotide scintigraphy and  $^{68}\text{Ga}$ -DOTATOC PET/CT for staging enteropancreatic neuroendocrine tumours. *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging* 2012; 39(1):72-82.

<http://dx.doi.org/10.1007/s00259-011-1935-5>

Lizenznummer für Reproduktion: 2821160732508 erteilt am 03.01.2012

### **Originalarbeit 6**

Schreiter NF, Brenner W, Nogami M, Buchert R, Huppertz A, Pape UF, Prasad V, Hamm B, **Maurer MH.**

Cost comparison of  $^{111}\text{In}$ -DTPA-octreotide scintigraphy and  $^{68}\text{Ga}$ -DOTATOC PET/CT for staging enteropancreatic neuroendocrine tumours. *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging* 2012; 39(1):72-82.

<http://dx.doi.org/10.1007/s00259-011-1935-5>

Lizenznummer für Reproduktion: 2821160732508 erteilt am 03.01.2012

### **Originalarbeit 6**

Schreiter NF, Brenner W, Nogami M, Buchert R, Huppertz A, Pape UF, Prasad V, Hamm B, **Maurer MH.**

Cost comparison of  $^{111}\text{In}$ -DTPA-octreotide scintigraphy and  $^{68}\text{Ga}$ -DOTATOC PET/CT for staging enteropancreatic neuroendocrine tumours. *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging* 2012; 39(1):72-82.

<http://dx.doi.org/10.1007/s00259-011-1935-5>

Lizenznummer für Reproduktion: 2821160732508 erteilt am 03.01.2012

### **Originalarbeit 6**

Schreiter NF, Brenner W, Nogami M, Buchert R, Huppertz A, Pape UF, Prasad V, Hamm B, **Maurer MH**.

Cost comparison of  $^{111}\text{In}$ -DTPA-octreotide scintigraphy and  $^{68}\text{Ga}$ -DOTATOC PET/CT for staging enteropancreatic neuroendocrine tumours. *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging* 2012; 39(1):72-82.

<http://dx.doi.org/10.1007/s00259-011-1935-5>

Lizenznummer für Reproduktion: 2821160732508 erteilt am 03.01.2012

### **Originalarbeit 6**

Schreiter NF, Brenner W, Nogami M, Buchert R, Huppertz A, Pape UF, Prasad V, Hamm B, **Maurer MH.**

Cost comparison of  $^{111}\text{In}$ -DTPA-octreotide scintigraphy and  $^{68}\text{Ga}$ -DOTATOC PET/CT for staging enteropancreatic neuroendocrine tumours. *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging* 2012; 39(1):72-82.

<http://dx.doi.org/10.1007/s00259-011-1935-5>

Lizenznummer für Reproduktion: 2821160732508 erteilt am 03.01.2012

### **Originalarbeit 6**

Schreiter NF, Brenner W, Nogami M, Buchert R, Huppertz A, Pape UF, Prasad V, Hamm B, **Maurer MH.**

Cost comparison of  $^{111}\text{In}$ -DTPA-octreotide scintigraphy and  $^{68}\text{Ga}$ -DOTATOC PET/CT for staging enteropancreatic neuroendocrine tumours. *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging* 2012; 39(1):72-82.

<http://dx.doi.org/10.1007/s00259-011-1935-5>

Lizenznummer für Reproduktion: 2821160732508 erteilt am 03.01.2012

## 4. Diskussion

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Anwendung verschiedener Methoden des Patienten- und Kostenmanagements in der diagnostischen und interventionellen Radiologie. In den einbezogenen sechs Originalarbeiten konnte gezeigt werden, dass

- sich das einführend vorgestellte ServiceBlueprint-Modell zur Anwendung in der Radiologie eignet und eine detaillierte und realistische Dokumentation und Visualisierung radiologischer Untersuchungsleistungsprozesse und Ansatzpunkte für Workflow-Verbesserungen liefern kann
- die Critical Incident Methode und die Sequentielle Ereignismethode eine detaillierte Erfassung der Patientenzufriedenheit mit radiologischen Dienstleistungen ermöglichen und dabei positive Nennungen die bisherige Organisation der erstellten Leistung bestätigen, während negative Nennungen konkrete Hinweise für Leistungsverbesserungen bieten
- sich der verwendete Fragebogen zur Patientenzufriedenheit auch für interventionell-radiologische Verfahren wie z. B. die Implantation von Portkathetersystemen eignet und eine Erfassung der erfahrenen Leistungsqualität unmittelbar im Anschluss an die Implantation ermöglicht
- die Implantation von intravenösen Portkathetern unter Lokalanästhesie mit einer hohen Akzeptanz durch die Patienten auch bei ambulanter Durchführung verbunden ist
- sich mittels detaillierten Prozessmodellen für verschiedene radiologische Leistungen deren Personalkosten realistisch abbilden lassen und sich unter zusätzlicher Berücksichtigung der Geräte- und Materialkosten die Gesamtkosten verschiedener radiologischer Untersuchungsmethoden wie konventionellen Radiographien, Computertomographien, (Ganzkörper)-MRT-Untersuchungen und Ultraschalluntersuchungen aus Sicht der Klinik ermitteln lassen
- die verwendeten Prozesskostenmodelle auch für die Ermittlung der Gesamtkosten verschiedener nuklearmedizinischer Verfahren wie z. B. die  $^{68}\text{Ga}$ -DOTATOC PET/CT und die  $^{111}\text{In}$ -DTPA-Oktreotid-Szintigraphie geeignet sind.

- durch die Kenntnis der Kosten verschiedener konkurrierender Untersuchungsverfahren eine Entscheidungsgrundlage zur Auswahl des kosteneffektivsten Verfahrens unter der Voraussetzung gleichwertiger diagnostischer Effektivität getroffen werden kann
- durch die Verwendung moderner Verfahren wie der Ganzkörper-MRT im prätherapeutischen Staging des Rektumkarzinoms verglichen mit dem bisher etablierten Diagnostikalgorithmus substanzielle Kostenvorteile möglich sind
- bei Staging-Untersuchungen von Patienten mit neuroendokrinen Tumoren die  $^{68}\text{Ga}$ -DOTATOC PET/CT gegenüber der  $^{111}\text{In}$ -DTPA-Oktreotid-Szintigraphie mit erheblich geringeren Kosten, einer kürzeren Untersuchungszeit und weniger CT- oder MRT-Ergänzungsuntersuchungen einhergeht

Als Grundlage für weiterführende Analysen zur Patientenzufriedenheit und der Kosten verschiedener Untersuchungsverfahren wurde zunächst das in der Dienstleistungsindustrie etablierte ServiceBlueprint-Modell in der Radiologie anhand des diagnostischen Untersuchungsverfahrens der Computertomographie angewendet (**Originalarbeit 1**). Dabei ließen sich verschiedene Nutzenaspekte des Modells bei einer Anwendung in der Radiologie ableiten. Zunächst ist ein entscheidender Aspekt, dass den beteiligten Mitarbeitern durch eine Visualisierung der Einzelschritte der Prozesscharakter der radiologischen Leistung bewusst wird und die einzelnen Kontaktpunkte zwischen den verschiedenen Mitarbeitergruppen und den Patienten verdeutlicht werden können. Gewissermaßen wird eine Bestandsaufnahme aller notwendigen Arbeitsschritte und Tätigkeiten vollzogen, wobei auch indirekt beitragende Tätigkeiten wie die „Preparation“- und „Facility“-Tätigkeiten Beachtung finden. Somit kann unmittelbar der Gesamtprozess auf seine Vollständigkeit überprüft werden und mögliche Unstimmigkeiten und Fehlerquellen in den Abläufen können direkt sichtbar gemacht werden. ServiceBlueprints können dann als Grundlage für Veränderungen in der Ablauforganisation dienen. Zudem wird aufgrund der ServiceBlueprints ersichtlich, dass verschiedenen Patientengruppen (z. B. ambulant versus stationär), auch wenn diese dasselbe radiologische Untersuchungsverfahren erhalten, Unterschiede in den jeweiligen Prozessabläufen aufweisen. Um effiziente und somit die eigenen Kosten minimierende Abläufe zu gewährleisten, wäre es daher

sinnvoll, möglichst homogene Patientengruppen zu definieren, bei denen die Prozesseinzelschritte und die Gesamtprozesse nahezu identisch sind.

Auch in der Mitarbeiterführung können die erstellten ServiceBlueprints gewinnbringend eingesetzt werden. Da sie eine strukturierte Übersicht über den gesamten Leistungsprozess ermöglichen, kann den Mitarbeitern hieran ihre Bedeutung bei der Durchführung von Prozesseinzelschritten, aber auch für den Gesamtprozess vermittelt werden. Ähnliches gilt auch für die Patienten. Durch die Visualisierung der Prozessschritte kann den Patienten die eigene Rolle im Gesamtprozess bewusst gemacht und verdeutlicht werden, wie sie sich in den Prozess einbringen müssen, um einen reibungslosen Ablauf zu ermöglichen [122].

ServiceBlueprints können zudem bei der Implementierung von Qualitätsmanagementsystemen (z. B. nach DIN EN ISO 9001:2000 oder KTQ®) sinnvoll eingesetzt werden. Ziel von Qualitätsmanagementsystemen ist es, zunächst sämtliche Arbeits- und Verfahrensabläufe schriftlich zu erfassen, diese sodann zu überdenken und schließlich Verbesserungspotentiale aufzuspüren [8, 11, 13]. Dies gilt ebenso bei der Ausrichtung von Strukturen, Prozessen und Ergebnissen einer Dienstleistung gemäß einem Total Quality Management mit dem Ziel einer ständigen Qualitätsverbesserung [123, 124]. Sind bereits ServiceBlueprints für die verschiedenen Diagnostik- und Behandlungsverfahren einer radiologischen Abteilung erstellt worden, so können diese ohne wesentliche Veränderungen im Rahmen des Implementierungsverfahrens von Qualitätsmanagementsystemen verwendet werden. Bereits erstellte Blueprints erleichtern zudem den Prozess der Re-Zertifizierung, denn es muss lediglich eine Überprüfung erfolgen, ob sich im Zeitraum nach einer vorherigen Zertifizierung Änderungen in den Abläufen ergeben haben.

Die Erfassung der Einzelschritte sowie des Gesamtprozesses einer radiologischen Untersuchungs- und Behandlungsleistung ist Grundlage für ein Kostenmanagement. Ein ServiceBlueprint ermöglicht dabei die Dokumentation der Zeitdauer jedes für die Gesamtleistung notwendigen Einzelschrittes. Da zudem ersichtlich ist, welche Personalgruppen an den jeweiligen Einzelschritten beteiligt sind, können die Gesamtpersonalkosten als Summe der Kosten für jeden Einzelschritt unter Berücksichtigung der Personal-

bindungszeit und der anteiligen Lohnkosten für die involvierten Mitarbeiter berechnet werden. Darüber hinaus können die anteiligen Gerätekosten unter Berücksichtigung der zeitlichen Beanspruchung der verschiedenen Untersuchungsgeräte bei Kenntnis deren Anschaffungs-, Finanzierungs- und Unterhaltskosten berechnet werden. Wenn dann auf der Grundlage eines ServiceBlueprint noch die notwendigen Verbrauchsmaterialien ermittelt und diese preislich erfasst werden, können die Gesamtkosten einer Untersuchungsleistung ermittelt werden.

Aufbauend auf das ServiceBlueprint kann eine Evaluation der Zufriedenheit der Patienten mit der radiologischen Dienstleistung vorgenommen werden. Dabei kann den Patienten zunächst deren eigene Rolle im Rahmen der zu erbringenden radiologischen Leistung bewusst gemacht werden. Den Patienten wird somit vermittelt, welche Beteiligung von ihnen selbst erbracht werden muss, damit ein reibungsloser Ablauf des Gesamtprozesses gewährleistet ist.

Bei der Messung der Patientenzufriedenheit können unter Verwendung der so genannten *sequentiellen Ereignismethode* (SEM) positive und negative Erlebnisse des Patienten im Zusammenhang mit einer radiologischen Dienstleistung umfassend abgefragt werden. Unter Verwendung der so genannten *kritischen Ereignismethode* (engl. Critical Incident Technique, CIT) können zudem die aus Sicht der Patienten besonders positiv oder negativ wahrgenommenen Aspekte der Gesamtleistung erfasst und in den Fokus möglicher Verbesserungsansätze gerückt werden.

Letztlich ergibt sich durch eine Visualisierung der Leistungsabläufe eine Verwendungsmöglichkeit des ServiceBlueprints als Instrument der Mitarbeiterführung. Anhand einer strukturierten Übersicht über den gesamten Leistungsprozess können den einzelnen Mitarbeitern deren Aufgaben und deren Rollen im Wertschöpfungsgesamtprozess veranschaulicht werden. Dies kann einerseits die Verantwortlichkeit des einzelnen Mitarbeiters für seine jeweilige Funktion und die ihm gestellten Aufgaben verbessern, andererseits wird es neuen Mitarbeitern erleichtert, zügig die eigene Rolle im Gesamtablauf zu erkennen.

Dass ServiceBlueprints im Rahmen der Evaluation der Patientenzufriedenheit mit medizinischen Leistungen eine sinnvolle Anwendung finden können, konnte in einer weiteren Studie gezeigt werden (**Originalarbeit 2**).

Mit Hilfe der *Sequentiellen Ereignismethode* wurden die positiven und negativen Erlebnisse des Patienten bei einzelnen Prozessschritten umfassend abgefragt. Der Anbieter geht dabei mit dem Kunden gedanklich die einzelnen Schritte des Dienstleistungsprozesses, welche mit Hilfe der ServiceBlueprints ermittelt wurden, durch und zeichnet dessen Erfahrungen und Empfindungen bei jedem Einzelschritt auf. Bezogen auf eine radiologische Abteilung bedeutet dies, dass das Qualitätserleben eines Patienten entlang seines Pfades durch die Abteilung genau nachgezeichnet wird. Während positive Nennungen eine bereits gute Organisation und Qualität der Dienstleistung bestätigten, gaben negative Nennungen sehr konkrete Hinweise für erwartete Verbesserungen in den Abläufen und bei jedem Einzelschritt. Dabei weisen Aspekte, die häufig genannt werden, auf eine besonders hohe Relevanz hin. Zudem wird deutlich, welche Aspekte einer Leistung für die Patienten überhaupt eine Relevanz in ihrem Qualitätserleben haben.

So wurde von unseren Patienten vielfach angemerkt, dass Schwierigkeiten beim Auffinden der radiologischen Abteilung und der verschiedenen Untersuchungsgeräte bestehen würden. Auf der Grundlage dieser Nennungen und des konkreten Verbesserungswunsches wurde kurzfristig eine umfassende neue Beschilderung in der Klinik angebracht.

Mit Hilfe der *kritischen Ereignismethode* (Critical Incident Technik) konnten besonders positive und negative Aspekte der radiologischen Dienstleistung erfasst werden. Eine Besonderheit bei den Nennungen im Rahmen der Methode liegt darin, dass vor allem die für die Gesamtqualitätsbeurteilung „kritischen Ereignisse“, die unterschwellig im Bewusstsein verbleiben und als erste erinnert werden, wenn ein Patient an die erforderte Leistung zurückdenkt und z. B. im Familien- oder Bekanntenkreis über die Leistung spricht, ermittelt werden können. Zwar mögen diese Schilderungen als Anekdotenwissen angesehen und deren Allgemeingültigkeit bezweifelt werden, dennoch darf die Bedeutung dieser „kritischen Ereignisse“ für die Reputation einer medizinischen Einrichtung nicht unterschätzt werden. Denn oft führt eine Unzufriedenheit zu einer negativen Mund-zu-Mund-Propaganda oder zur Abwanderung von Patienten [125]. Es ist davon auszugehen, dass Patienten die Initiative von Kliniken begrüßen, die Zufriedenheit der Patienten

ten zu erfassen. Im Vergleich wird die Möglichkeit einer Beschwerde letztlich doch nur von einem geringen Anteil der nicht zufriedenen Patienten genutzt, denn häufig wird der Aufwand gescheut oder die Veränderungsmöglichkeiten der eigenen Beschwerde werden unterschätzt [126]. Dabei entgeht dem Leistungsanbieter jedoch eine Vielzahl von Hinweisen für Verbesserungen in den Leistungsabläufen. Im Vergleich mit einer reinen Beschwerdeanalyse ist die Anwendung der CIT und vor allem der SEM als weit überlegen anzusehen. Zudem erscheint der Aufwand vertretbar, sind doch konkrete Verbesserungen aus den Ergebnissen ableitbar, die eine unmittelbare Wirkung auf die Patientenzufriedenheit haben können.

Als Limitation bei der Anwendung der CIT und der SEM für die Erfassung der Patientenzufriedenheit ist eine mögliche Verzerrung durch den Interviewer zu nennen, denn allein durch die Anwesenheit eines Interviewers kann es bei den befragten Patienten zu bewussten oder unbewussten Verzerrungen in den positiven oder negativen Nennungen kommen [127]. Zudem können die Antworten einem so genannten Recall Bias, also einer nachträglichen Verzerrungen im tatsächlichen Erleben der Dienstleistung, unterliegen [128]. Wie in unserer Studie angewendet sollte daher eine Befragung direkt im Anschluss an eine Untersuchung erfolgen, wodurch solche Verzerrungen vermieden werden können und zudem ein höherer Patientenanteil zur Teilnahme motiviert werden kann als bei einer nachträglichen Befragung. Als weitere Limitation ist eine gewisse Subjektivität bei der Zuteilung der gewonnenen Aussagen in die verschiedenen thematischen Kategorien zu nennen [129].

Die Zufriedenheit der Patienten konnte in einer weiteren Studie auch für das radiologisch-interventionelle Verfahren der Implantation von venösen Portsystemen unter Lokalanästhesie beurteilt werden (**Originalarbeit 3**).

Während die Implantation venöser Portkatheter anfangs vor allem von chirurgischen oder gefäßchirurgischen Kliniken in Vollnarkose oder zumindest tiefer Sedierung in einem Operationssaal durchgeführt wurde, fand in den vergangenen Jahren die radiologisch-interventionelle Implantationstechnik eine zunehmende Verbreitung [130-132]. Dabei konnten für die Implantation sowohl unter chirurgischen Bedingungen als auch unter ra-

diologisch-interventionellen Bedingungen hohe initiale Erfolgsraten der Implantation von über 90% der Fälle nachgewiesen werden [133]. Zudem wurden Untersuchungen über mögliche Komplikationen (Pneumothoraces, Blutungen, Fehlpunktionen und -implantationen, Infektionen) im Rahmen der Portimplantation durchgeführt [134, 135]. Bei einem Vergleich der chirurgisch und der radiologisch-interventionell durchgeführten Implantation ergab sich eine gering höhere initiale Erfolgsrate für das radiologisch-interventionelle Vorgehen bei geringerer Beanspruchung zeitlicher Ressourcen [136-138].

Neben den technischen Erfolgsraten sollte stets eine möglichst hohe globale Patientenzufriedenheit angestrebt werden. Für die interventionell-radiologische Technik zeigten die Patienten eine außerordentliche hohe Gesamtzufriedenheit (Durchschnittswert 9,62; ambulante Patienten sogar 9,72). Auch die Einschätzung, ob die Leistung weiterempfohlen werden kann, gab ein positives Feedback für das eigene Vorgehen; offenbar konnten sich die meisten Patienten vorstellen, die Portkatheter-Implantation in unserer Klinik weiterzuempfehlen (9,77). Dass die Lokalanästhesie durchschnittlich als offenbar weitestgehend ausreichend empfunden (Durchschnittswert 9,56) und der selbst empfundene Schmerz dabei durchschnittlich mit 9,05 relativ niedrig bewertet wurde, untermauert unsere Einschätzung, dass eine Lokalanästhesie für die Portkatheter-Implantation suffizient ist.

Aus den Antworten der im Fragebogen enthaltenen offenen Fragen konnten die besonders positiven Aspekte hinsichtlich der Organisation der Abläufe deren offenbar bereits gute Struktur bestätigen. Andererseits lieferten hierbei geäußerte negative Bemerkungen wie der zu kühle Behandlungsraum und der Wunsch nach Musik während der Implantation konkrete Ansatzpunkte für Verbesserungen.

Vorteilhaft erwies sich letztlich auch die relativ kurze Behandlungsdauer von durchschnittlich 76 Minuten, welche sich kürzer als bei der chirurgischen Implantation darstellte [137]. Möglichst kurze Prozesszeiten sind dabei gerade bei älteren, ggf. multimorbiden Patienten und Patienten, bei denen bereits mit dem Beginn einer Chemotherapie begonnen wurde, von Vorteil. Dies mag auch zu einer erhöhten Akzeptanz des Verfah-

rens beitragen, denn letztlich erhöht ein Verfahren bei guter Wirksamkeit und einem günstigen Kosten-Nutzen-Verhältnis nur dann tatsächlich die Versorgungsqualität, wenn es auch von den Patienten angenommen wird [139].

Angesichts des allgemein zunehmenden Kostendruckes im Gesundheitswesen wird neben der Bewertung der Wirksamkeit eines medizinischen Behandlungsverfahrens auch zunehmend auf dessen Kosteneffektivität geachtet. Zwar war eine Kostenanalyse nicht Gegenstand dieser Untersuchung, dennoch ist unter der Annahme, dass die Kosten für die verwendeten Materialien bei der chirurgischen und der radiologisch-interventionellen Implantation als etwa gleich hoch anzusetzen sind, mit insgesamt geringeren Kosten für das radiologisch-interventionelle Vorgehen zu rechnen, zumal keine Betreuung durch einen Anästhesisten notwendig ist und die Raumnutzungskosten für den radiologischen Interventionsarbeitsplatz geringer als für einen speziellen Operationssaal sein dürften. Zudem ist eine Implantation, wie hier untersucht, auch in Lokalanästhesie und somit auch bei ambulanten Patienten möglich, wodurch die für einen stationären Aufenthalt anfallenden Kosten eingespart werden können [140, 141].

Kostenanalysen sind insbesondere dann von großen Interesse, wenn im Wettbewerbsumfeld die eigenen Kosten für verschiedene angebotene Verfahren ermittelt werden müssen, z. B. um in klinikinternen Verhandlungen den Anteil der verschiedenen Fachdisziplinen an der Fallpauschale für eine komplexe interdisziplinäre Behandlung zu vertreten. Zur Berechnung der Kosten für Ultraschalluntersuchungen, die mit einem mobilen Gerät auf Intensiv- und Überwachungsstationen durchgeführt werden, konnte in der von uns durchgeführten Studie ein detailliertes, in der Praxis jedoch einfach anzuwendendes Modell einer Prozessanalyse und der hierauf basierenden Berechnung der Personalkosten etabliert werden (**Originalarbeit 5**).

Unter der zusätzlichen Berücksichtigung der Materialkosten und der Kosten für die verwendeten Geräte war somit eine Berechnung der Gesamtkosten aus der Sicht einer radiologischen Abteilung möglich. Dabei wurde auch ersichtlich, wie zeitintensiv solche Ultraschalluntersuchungen sind, war doch der durchführende Assistenzarzt 40 Minuten

für eine Untersuchung eingebunden, was vor allem auch in den langen Wegezeiten begründet lag.

Die Kenntnis der eigenen Kosten für ein spezifisches Untersuchungsverfahren ist nicht nur für eigene Budgetplanungen von Interesse, sondern auch bei der Bewertung von konkurrierenden Verfahren im Rahmen von Kosten-Kosten-Analysen. So finden innovative Untersuchungsverfahren teilweise nur verzögert Einzug in die Praxis, wenn deren Kosten-Nutzenverhältnis zunächst subjektiv höher eingeschätzt wird als die für ein bestimmtes Krankheitsbild etablierten Untersuchungsmethoden. Dies mag auch darin begründet sein, dass Vertreter aus den Fachdisziplinen der bildgebenden Verfahren wie die Radiologie und die Nuklearmedizin zu selten in den Leitlinienkommissionen zur Bewertung der diagnostisch effektivsten und dann auch kostengünstigsten Behandlungsstrategie für zahlreiche Krankheitsbilder vertreten sind.

Die hohe Bedeutung der Personalkosten wurde auch in unserer Kostenvergleichsanalyse der Ganzkörper-MRT und dem in der S3-Leitlinie empfohlenen Diagnostikalgorithmus zur präoperativen Diagnostik des Rektumkarzinoms deutlich (**Originalarbeit 4**).

Üblicherweise wird die Verwendung der MRT als kostenintensiv und im Vergleich mit anderen bildgebenden Verfahren kostenintensiver eingeschätzt [142, 143]. Voraussetzung für einen Kostenvergleich ist zunächst, dass beide Algorithmen als diagnostisch gleichwertig anzusehen sind. Für die Ganzkörper-MRT und deren Verwendung für ein prätherapeutisches TNM Staging konnte bisher für mehrere onkologische Indikationsstellungen mindestens eine diagnostische Gleichwertigkeit verglichen mit den etablierten diagnostischen Algorithmen nachgewiesen werden, hierunter für maligne Melanome [144] und Rezidiven von Mammakarzinomen [145] und kolorektalen Karzinomen [146]. Plathow et al. [147] untersuchten die Verwendung der Ganzkörper-MRT für verschiedene Tumorentitäten und konnten deren Kostenvorteil vor allem für fortgeschrittene Bronchialkarzinome zeigen.

In unserer Studie ergab sich ein Kostenvorteil von mehr als 30% (711 versus 1035 EUR) bei der Verwendung der Ganzkörper-MRT für das prätherapeutische TNM-Staging des Rektumkarzinoms. Zwar lagen die Kosten für die Gerätenutzung (116 versus 30 EUR)

und für die Verbrauchsmaterialien (159 versus 60 EUR) bei der Verwendung der Ganzkörper-MRT verglichen mit dem etablierten Diagnostikalgorithmus höher, jedoch waren es gerade die um mehr als 40% niedrigeren Personalkosten des MRT-Algorithmus (436 versus 732 EUR), die zu insgesamt geringeren Gesamtkosten gegenüber dem etablierten Algorithmus führten. Diese deutlich geringeren Personalkosten waren vor allem durch erheblich geringere Personalbindungszeiten bei der Ganzkörper-MRT (630 versus 1083 Minuten) bedingt. Zudem wäre eine weitere Reduzierung der Kosten für die Verbrauchsmaterialien des MRT-Algorithmus möglich gewesen; gemäß der S3-Leitlinie wäre ein unspezifisches extrazelluläres gadoliniumhaltiges MRT-Kontrastmittel wie beispielsweise Gadopentetat-Dimeglumin (Gd-DTPA, Magnevist<sup>®</sup>, Bayer Healthcare, Berlin, Deutschland), welches in der empfohlenen Dosierung Kosten von ca. 60 EUR je Patientin verursachen würde, ausreichend gewesen. Aufgrund der höheren Sensitivität für die Detektion hepatischer Metastasen [114, 115, 148] verwendeten wir jedoch das leberspezifische intrazelluläres Kontrastmittel Dinatriumgadoxetat (Gd-EOB-DTPA Dinatrium, Primovist<sup>®</sup>, Bayer Healthcare, Berlin, Deutschland), da hepatische Metastasen bei kolorektalen Karzinomen häufig sind, und nahmen hierfür erheblich höhere Kosten in Höhe von ca. 150 EUR je Patient in Kauf. Im Falle des kostengünstigeren Kontrastmittels wären die Materialkosten mit ca. 60 EUR für beide diagnostischen Wege in etwa gleich hoch und somit der Kostenvorteil des MRT-Verfahrens noch deutlicher gewesen.

Bereits Plathow et al. [147] sahen bei der Verwendung der Ganzkörper-MRT bei onkologischen Fragestellungen ein Potenzial für eine Verschlankung der diagnostischen Prozesse. Auch in unserer Studie konnte die Ganzkörper-MRT die ansonsten zahlreichen radiologischen Verfahren wie den abdominellen Ultraschall, Röntgenthoraxuntersuchungen und eine ggf. als notwendig erachtete CT des Abdomens ersetzen und somit die Anzahl der sonst notwendigen 6 bis 7 Hauptprozesse auf 4 Hauptprozesse reduzieren. Die Anzahl der Sub-Prozesse konnte gar von 60 auf 28 und somit um mehr als 50% reduziert werden.

Diese Reduzierung der einzelnen Untersuchungen kann zu weiteren Kosteneinsparungen bei der stationären Unterbringung der Patienten führen. So ist es möglich, die vollständige präoperative Diagnostik bei Verwendung der Ganzkörper-MRT und der routinemäßigen Rektoskopie an einem einzigen Tag durchzuführen. Demgegenüber ist es in

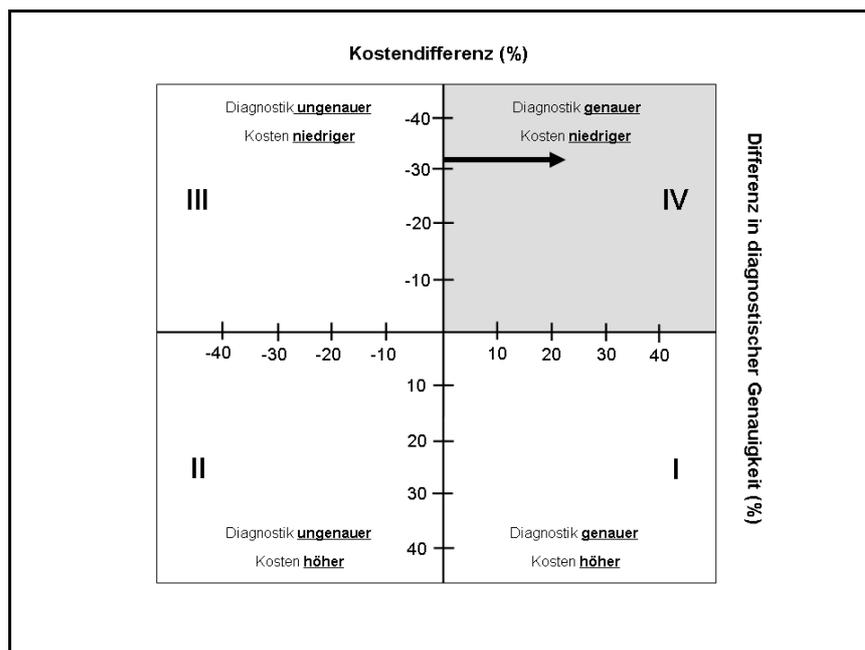
der Regel unrealistisch, 6 bis 7 einzelne Diagnostikprozesse, wie sie im Rahmen des üblichen diagnostischen Algorithmus notwendig sind, an einem einzelnen Tag abzuschließen. Dies bedingt einen weiteren Tag des Krankenhausaufenthaltes bei der Verwendung des bisherigen etablierten Algorithmus. Im Rahmen der neu eingeführten Vergütungsstrukturen nach DRG sollte die Aufenthaltsdauer jedoch so kurz wie möglich sein, denn Kosten für eine längere Unterbringung sind u. U. voll vom Krankenhaus zu tragen. Diese Kosten für einen Unterbringungstag betragen in Deutschland ca. 370 EUR und liegen in etwa im Mittelfeld der in Europa hierfür üblichen Kosten (305 EUR bis 484 GBP) [149, 150]. Somit kann unter Verwendung des MRT-Algorithmus die gesamte prätherapeutische Diagnostik bestehend als Tim-MRT und einer Rektoskopie bereits am Aufnahmetag durchgeführt und direkt anschließend ein Fallbesprechungstermin im Tumorboard festgelegt werden. Ein zweiter Diagnostiktag vor Therapiebeginn entfällt damit.

Neben den direkt messbaren Kosten für beide verschiedenen Diagnostikalgorithmus bestehen zudem nicht monetär bewertbare Aspekte, die eine Berücksichtigung finden sollten. Die mittels Tim-MRT realisierbare Prozessverschlanung führte neben den monetär geringeren Personalaufwendungen zu einer insgesamt besseren Planbarkeit und Kontrolle der einzelnen Diagnostikschritte. Zudem bedingt die geringe Anzahl von Einzelschritten auch eine entsprechende Reduzierung interner Schnittstellen, womit gleichzeitig die Wahrscheinlichkeit von Informationsverlusten oder Fehlern abnimmt. Desweiteren werden deutlich weniger Räumlichkeiten benötigt, was wiederum zur Reduzierung der Kosten aus Sicht des Krankenhausträgers führt.

Bei der gesundheitsökonomischen Bewertung alternativen Verfahren hinsichtlich ihrer Kosten hat sich eine 4-Felder-Matrix nach Schöffski bewährt [100]. Bei einem Vergleich beider Untersuchungsstrategien wäre der Ganzkörper-MRT-Algorithmus zumindest auf der Achse zwischen den Quadranten III und IV einzuordnen (monetär überlegen, vgl. Abbildung 6). Dabei könnten die Kosten des MRT-Algorithmus bei der Verwendung von unspezifischem extrazellulären Kontrastmitteln sogar noch weiter reduziert werden. Auch eine zunehmende Routine bei der Durchführung der Ganzkörper-MRT würde zu sinkenden Kosten und letztlich zu einer Verbesserung der Kostendifferenz zu Gunsten

des Tim-MRT-Algorithmus führen. Zudem ist durch die Entwicklung schnellerer MRT-Sequenzen mit einer Zeitersparnis bei der Bildakquisition zu rechnen. Eine weitere Zeitersparnis ist durch Weiterentwicklungen im Postprocessing des Bildmaterials durch die Entwicklung spezieller Software, die den Radiologen bei der Bildinterpretation und Befundung unterstützen kann, möglich [147].

Perspektivisch wird durch die Weiterentwicklung der verwendeten MRT-Sequenzen eine weiter verbesserte Bildauflösung und ein besseres Signal-Rausch-Verhältnis möglich, mit einer höheren Sensitivität der MRT hinsichtlich der Detektion von hepatische Metastasen im Vergleich zum etablierten Algorithmus – bei dem kaum noch technische Verbesserungen möglich erscheinen – zu rechnen. Dann wäre der Tim-MRT-Algorithmus im Quadranten IV einzuordnen (monetär und diagnostisch überlegen, vgl. Abbildung 6).



**Abbildung 6:** Vier-Felder-Tafel für die gesundheitsökonomische Bewertung konkurrierender medizinischer Verfahren, vgl. Originalarbeit 4, S. 800 und Schöffski 2008, S. 80, [100].

Dem erläuterten positiven Effekt auf die Kosten bei Verwendung des MRT-Algorithmus stehen nach dem heutigen Stand der Erkenntnis keine für die Patienten nachteiligen Effekte gegenüber. Dennoch muss bei der Einführung neuer Technologien mit anfängli-

chen Verzögerungen gerechnet werden, zudem ist das Personal zu schulen, was in der Etablierungsphase zusätzlichen Aufwand bedeutet. Es ist streng darauf zu achten, dass anfängliche Qualitätseinbußen vermieden werden. Die Umstellung auf ein neues Diagnostikverfahren ist daher nur dann zu rechtfertigen, wenn die Vorteile mögliche Nachteile in der Umstellungsphase überkompensieren. Unsere Ergebnisse belegen jedoch, dass die Vorteile bei der Anwendung des Tim-MRT-Algorithmus mögliche temporäre Nachteile mehr als kompensieren.

Für die Kosten-Kosten-Vergleichsstudie des Staging von neuroendokrinen Tumoren (**Originalarbeit 6**) war die methodische Grundvoraussetzung erfüllt, dass die miteinander verglichenen Verfahren eine gleichwertige diagnostische Wertigkeit besitzen. Bei einem Vergleich der  $^{68}\text{Ga}$ -DOTATOC PET/CT mit dem bisher etablierten Verfahren der  $^{111}\text{In}$ -DTPA-Oktreotid-Szintigraphie war diese Voraussetzung mehr als erfüllt, zeigt die  $^{68}\text{Ga}$ -DOTATOC PET/CT sogar eine höhere Sensitivität und Spezifität bei der Detektion von NET-Läsionen [151, 152].

Der Kostenvorteil der  $^{68}\text{Ga}$ -DOTATOC PET/CT beruhte trotz der wesentlich höheren Kosten für die Gerätenutzung (152 EUR versus 33 EUR) auf geringeren Kosten für das involvierte Personal und das notwendige Verbrauchsmaterial. Dabei fiel bei der  $^{111}\text{In}$ -DTPA-Oktreotid-Szintigraphie vor allem das verwendete Untersuchungs-Kit mit Kosten in Höhe von ca. 687 EUR je Patient besonders ins Gewicht. Waren die Personalkosten je Patient für die Durchführung einer PET/CT nur gering niedriger als für eine Szintigraphie (89 EUR versus 106 EUR), zeigte sich jedoch bei der notwendigen zusätzlichen Bildgebung ein wesentlicher Kostenvorteil des PET/CT-Algorithmus hinsichtlich der Personalkosten (3 EUR versus 37 EUR) und der Materialkosten (17 EUR versus 123 EUR) je Patient. Somit ergibt sich ein nennenswertes Kosteneinsparungspotenzial des PET/CT-Algorithmus durch die Reduzierung dann überflüssiger ergänzender Bildgebung. In der Patientenpopulation unserer Studie waren bei einer Verwendung des PET/CT-Algorithmus lediglich bei 2 von 29 Patienten (7%) zusätzliche CT- oder MRT-Untersuchungen notwendig; hingegen waren im Kollektiv, welches ein Staging mittels  $^{111}\text{In}$ -DTPA-Oktreotid-Szintigraphie erhalten hatte, ergänzende Untersuchungen bei über 80% (18/22) der Patienten notwendig.

Ähnliche Kostenvorteile fanden auch Plathow et al. [147] und Schmidt et al. [153], wenn zum Tumorstaging moderne Verfahren wie eine PET/CT oder eine Ganzkörper-MRT verglichen mit konventionellen, bisher in den Leitlinien etablierten Verfahren wie die kontrastmittelunterstützte CT, der Ultraschall oder konventionelle Radiographien eingesetzt werden.

Neben einer Bewertung rein monetärer Aspekte sind unter der Voraussetzung einer diagnostischen Gleichwertigkeit verschiedener Verfahren noch weitere nicht monetäre Aspekte zu berücksichtigen. In beiden durchgeführten Kosten-Kosten-Analysen (Originalarbeiten 5 und 6) bedeuten die geringen Zeitdauern zur Durchführung des Gesamtprozesses auch einen niedrigeren Aufwand und damit eine niedrigere Belastung für die Patienten. Aus Patientensicht ist es ein psychologischer Vorteil, wenn ein Tumor-Staging nur wenige Einzeluntersuchungen umfasst, die eine geringe Zeitdauer in Anspruch nehmen. Bei der Verwendung der Tim-MRT kann bei der prätherapeutischen Abklärung eines Rektumkarzinoms ggf. ein zusätzlicher Aufenthaltstag in der Klinik entfallen und der individuelle Krankheitsfall früher im Tumorboard besprochen werden. Somit verbleiben die Patienten weniger lange im Ungewissen über den eigenen Zustand und mögliche Therapien können früher begonnen werden.

Ein ähnliches Potenzial zur Zeitersparnis für die Patienten ergab sich in unserer Studie auch für die  $^{68}\text{Ga}$ -DOTATOC PET/CT im Vergleich mit der  $^{111}\text{In}$ -DTPA-Oktreotid-Szintigraphie.

Bei allen Verfahren, bei denen entweder Röntgenstrahlung oder radioaktive Substanzen zum Einsatz kommen, ist stets auf die Strahlenexposition der Patienten zu achten. Dies gilt insbesondere für Patienten, die über mehrere Jahre hinweg mehrfach Staging-Untersuchungen erhalten. Dies ist vor allem wichtig für Patienten mit neuroendokrinen Tumoren, die eine gute Langzeitprognose und dementsprechend einen langen Krankheitsverlauf aufweisen [154].

In unserer Studie zum prätherapeutischen Staging kam der Algorithmus der Ganzkörper-MRT ganz ohne Strahlenexposition aus. Der übliche diagnostische Algorithmus umfasst neben konventionellen Röntgenthoraxaufnahmen, welche mit einer effektiven Dosis von ca. 0,2 mSv einhergeht, ggf. auch eine kontrastmittelunterstützte CT des Abdomens,

welche eine effektive Dosis von bis zu 10 mSv ausmachen kann [155]. Bei einem Vergleich der Verfahren zum Staging endokriner Tumoren weist die die  $^{68}\text{Ga}$ -DOTATOC PET/CT verglichen mit der  $^{111}\text{In}$ -DTPA-Oktreotid-Szintigraphie eine geringere Strahlenexposition auf. In der Studie von Hartmann et al. [156] führte die Injektion von durchschnittlich 110MBq im Rahmen von  $^{68}\text{Ga}$ -DOTATOC PET/CT-Untersuchungen zu einer effektiven Dosis von 3,7 mSv bei Frauen und von 3,4 mSv bei Männern, jeweils inklusive einer low-dose-Computertomographie. Hingegen resultiert aus der Injektion von ca. 200 MBq  $^{111}\text{In}$ -DTPA-Oktreotid eine effektive Dosis von ca. 12 mSv je Untersuchung.

## 5. Zusammenfassung

Im Gesundheitswesen gewinnen aufgrund begrenzter finanzieller Ressourcen neben der medizinischen Leistungsqualität derzeit auch zunehmend Aspekte der Kosteneffizienz an Bedeutung. Nicht allein durch die Einführung von Fallpauschalen (Diagnosis Related Groups, DRG) besteht für die in einem verstärkten Wettbewerb untereinander stehenden Anbieter medizinischer Dienstleitungen die Notwendigkeit, etablierte Behandlungsabläufe zu optimieren, nach betriebswirtschaftlichen Kriterien auszurichten und dabei Effizienzreserven aufzudecken.

Auch die diagnostische und interventionelle Radiologie sieht sich mit der Herausforderung konfrontiert, die eigenen Diagnostik- und Behandlungsleistungen systematisch hinsichtlich eines Optimierungspotenzials in den Abläufen sowie den Organisations- und Kostenstrukturen zu analysieren und dabei zugleich den Ansprüchen der Patienten hinsichtlich einer höchstmöglichen medizinischen Qualität und Servicequalität gerecht zu werden.

In den in diese Schrift einbezogenen Publikationen wurden Untersuchungen hinsichtlich einer strukturierten Erfassung der verschiedenen radiologischen Leistungsprozesse und hierauf basierend der Evaluation der Patientenzufriedenheit mit diagnostischen und interventionellen radiologischen Verfahren durchgeführt (Originalarbeiten 1-3). Weitere Arbeiten analysierten die Kostenstrukturen verschiedener radiologischer Verfahren zur Bewertung und zum Vergleich deren Kosteneffizienz (Originalarbeiten 4-6).

Die Verwendungsmöglichkeit des aus dem Dienstleistungssektor entstammenden ServiceBlueprint-Modells zur Erfassung, Visualisierung und Optimierung von radiologischen Leistungsprozessen konnte zunächst am Beispiel von 40 Computertomographie-Untersuchungen veranschaulicht werden (Originalarbeit 1). Hierbei zeigte sich dessen Potenzial für die Leistungsprozessoptimierung, für das Qualitätsmanagement, die Mitarbeiterführung und für die Beurteilung der Patientenzufriedenheit.

Zur Erfassung der Patientenzufriedenheit mit Computertomographie (CT)-Untersuchungen wurden 159 Patienten mit Hilfe der Critical Incident Befragungstechnik hinsichtlich spontan erinnelter besonders positiver und negativer Aspekte der Diagnos-

tikleistung befragt und äußerten 356 (183 positive und 173 negative) spontan erinnerte Nennungen (Originalarbeit 2). Zusätzlich erfolgte unter Verwendung der Sequentiellen Ereignismethode anhand eines Ablaufplans eine detaillierte Befragung hinsichtlich der Zufriedenheit mit allen Einzelschritten, wobei mittels dieser Methode bei insgesamt 1413 Nennungen (939 positiv, 474 negativ) signifikant mehr Nennungen erzielt werden konnten ( $p < 0,001$ ). Die nützliche und einfache Anwendbarkeit beider Methoden auch in radiologischen Abteilungen zur zügigen und umfassenden Evaluation der Patientenzufriedenheit konnte somit gezeigt werden. Positive Nennungen bestätigten die bisherigen Strukturen und Abläufe der eigenen Leistungen, negative Nennungen boten konkrete Ansätze zu Verbesserungen in der Leistungsqualität.

Für die Ermittlung der Patientenzufriedenheit mit der interventionellen Implantation zentralvenöser Portkatheter unter Lokalanästhesie wurden 100 Patienten mittels eines Fragebogens im Anschluss an die Implantation befragt (Originalarbeit 3). Die durchschnittliche Gesamtzufriedenheit lag dabei bei 9,62 (10 = maximale Zufriedenheit). Auch die Zufriedenheit mit dem behandelnden Arzt und der Schwester (jeweils durchschnittlich 9,9) lag sehr hoch bei gleichzeitig niedrigem Schmerzempfinden (9,05). Insgesamt zeigte sich die verwendete minimalinvasive Implantation zentralvenöser Venenkatheter unter Lokalanästhesie als ein auch ambulant durchführbares Verfahren mit einer hohen Patientenzufriedenheit.

In einer Kosten-Kosten-Analyse zum Vergleich der Gesamtkosten des gemäß den S3-Leitlinien empfohlenen prätherapeutischen diagnostischen Algorithmus bei einem Rektumkarziom verglichen mit einem neu definierten Algorithmus bestehend aus Rektoskopie und Ganzkörper-Magnetresonanztomographie (MRT) wurden sämtliche Kosten für die Gerätenutzung, die beteiligten Personalrollen und die Verbrauchsmaterialien für ein Patientenkollektiv von 33 Patienten erfasst (Originalarbeit 4). Trotz höherer Kosten für Gerätenutzung und Verbrauchsmaterial für den MRT-Algorithmus (Gerätenutzung EUR 116 versus EUR 30; Materialkosten EUR 159 versus EUR 60, jeweils je Patient) zeigte sich aufgrund erheblich geringerer Personalkosten (EUR 436 versus EUR 732) insgesamt ein Kostenvorteil des neuen MRT-Algorithmus von 31,3% (711 versus 1035 EUR). Somit konnte gezeigt werden, dass im präoperativen TNM-Staging von Patienten mit einem Rektumkarzinom moderne radiologische Untersuchungsverfahren wie die Ganz-

körper-MRT zu einer erheblichen Verschlankung der notwendigen Untersuchungsleistungen führen und zudem Kostenvorteile erzielt werden können.

Im Rahmen einer Kostenanalyse von Ultraschallverlaufskontrollen bei 176 polytraumatisierten Patienten ergaben sich unter Berücksichtigung eines Untersuchungsprozessmodells zur Dokumentation sämtlicher notwendiger Einzelschritte für Ultraschalluntersuchungen, der Kosten für Gerätenutzung, Personal und Verbrauchsmaterialien aus Sicht einer radiologischen Abteilung Gesamtkosten in Höhe von EUR 28,93 je Untersuchung (Originalarbeit 5). Hierbei fielen vor allem die langen Personalbindungszeiten von insgesamt 47 Minuten je Untersuchung ins Gewicht.

Erhebliche Kostenvorteile moderner Verfahren wie der  $^{68}\text{Ga}$ -DOTATOC Positronen-Emissions-Tomographie (PET) / CT für Staging-Untersuchungen bei Patienten mit einem neuroendokrinen Tumor konnten verglichen mit dem bislang etablierten Verfahren der  $^{111}\text{In}$ -DTPA-Oktreotid-Szintigraphie nachgewiesen werden (Originalarbeit 6). In einem Kollektiv von 51 Patienten mit einem neuroendokrinen Tumor lagen die durchschnittlichen Gesamtkosten je Patient für eine Staging-Untersuchung mittels  $^{68}\text{Ga}$ -DOTATOC PET/CT bei EUR 548 und diejenigen eines Stagings mittels  $^{111}\text{In}$ -DTPA-Oktreotid-Szintigraphie bei EUR 827. Ausschlaggebend waren die sowohl höheren Kosten der  $^{111}\text{In}$ -DTPA-Oktreotid-Szintigraphie für die Gerätenutzung und das Verbrauchsmaterial (EUR 720 versus EUR 460 bei Staging mittels  $^{68}\text{Ga}$ -DOTATOC PET/CT) sowie die höheren Personalkosten (EUR 106 versus EUR 89). Zudem entstanden erheblich höhere Kosten je Patient (EUR 161 versus EUR 20) für ergänzende CT- und MRT-Untersuchungen, welche bei 18 von 22 (82%) des mittels  $^{111}\text{In}$ -DTPA-Oktreotid-Szintigraphie untersuchten Teilkollektivs zusätzlich notwendig waren.

## 6. Liste der in diese Schrift einbezogenen Publikationen

1. **Maurer MH**, Hamm B, Teichgräber U.  
ServiceBlueprinting as a Service Management Tool in Radiology. *European Journal of Radiology* 2011; 79(3):333-6.
2. **Maurer MH**, Stein E, Schreiter N, Renz D, Pöllinger A.  
Gezielte Methoden zur Messung der Patientenzufriedenheit in einem radiologischen Versorgungszentrum (MVZ). *Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen und der bildgebenden Verfahren (RöFo)* 2010; 182(11):965-72.
3. **Maurer MH**, Beck A, Hamm B, Gebauer B.  
Central Venous Port Catheters: Evaluation of Patient's Satisfaction with Implantation under Local Anaesthesia. *Journal of Vascular Access* 2009; 10(1):27-32.
4. Huppertz A, Schmidt M, Wagner M, Püttcher O, Asbach P, Strassburg J, Stöckmann F, Schöffski O, **Maurer MH**.  
Whole-body MR imaging versus an Established Sequential, Multimodal Diagnostic Algorithm for Staging Patients with Rectal Cancer: Cost Analysis. *Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen und der bildgebenden Verfahren (RöFo)* 2010; 182(9):793-802.
5. **Maurer MH**, Winkler A, Wichlas F, Powerski M, Elgeti F, Huppertz A, Röttgen R, Marnitz T.  
Kosten und Stellenwert von Ultraschallverlaufskontrollen bei polytraumatisierten Patienten nach initialer Computertomographie. *Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen und der bildgebenden Verfahren (RöFo)* 2012;184(1):53-8.
6. Schreiter NF, Brenner W, Nogami M, Buchert R, Huppertz A, Pape UF, Prasad V, Hamm B, **Maurer MH**.  
Cost comparison of <sup>111</sup>In-DTPA-octreotide scintigraphy and <sup>68</sup>Ga-DOTATOC PET/CT for staging enteropancreatic neuroendocrine tumours. *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging* 2012; 39(1):72-82.

## 7. Literaturangaben

1. Linke H. Keine Angst vor Kennzahlen - Balanced Scorecard (BSC) und kontinuierliche Prozessverbesserung in der Radiologie. *Krankenhaus Umschau* 2008;77:42-45
2. Mäurer J. Wirtschaftliche Bedeutung der Radiologie in der medizinischen Kooperation. *Fortschr Röntgenstr* 2006;178:575-577
3. Gocke P, Debatin JF, Dürselen LFJ. Prozessmanagement und Controlling in der Diagnostischen Radiologie im Krankenhaus. *Der Radiologe* 2002;42:332-343
4. Busch H-P. Auf dem Weg zum "Profitcenter" . Das "Zentrum für Radiologie, Sonographie und Nuklearmedizin" am Krankenhaus der Barmherzigen Brüder (BKT) in Trier. *Das Krankenhaus* 2006;98:959-962
5. Busch H-P. Das Krankenhaus im Wandel - Die radiologische Abteilung auf dem Weg zum Dienstleistungszentrum Radiologie. *Fortschr Röntgenstr* 2004;176:1546-1548
6. Schlüchter R, Conen D, Holler T, Müller HP, Schmid K. Pfad-Controlling im Modell integrierter Patientenpfade - ein neues, innovatives Prozesscontrolling-Instrument. *Gesundh ökon Qual manag* 2003;8:355-362
7. Pearson SD, Kleefield SF, Soukop JR, Cook EF, Lee TH. Critical pathways intervention to reduce length of hospital stay. *Am J Med* 2001;110:175-180
8. Adam G, Lorenzen J, Krupski G, et al. Aufbau eines Qualitätsmanagementsystems nach DIN EN ISO 9001:2000 in einer radiologischen Universitätsklinik. *Fortschr Röntgenstr* 2003;175:176-185
9. Lorenzen J, Habermann C, Utler C, et al. Qualitätsmanagement nach DIN ISO 9001 an einer radiologischen Universitätsklinik: Messbare Veränderungen der universitären Kennzahlen nach der Zertifizierung? *Fortschr Röntgenstr* 2009;181:970-978
10. Rauch D, Kotter E, Kurtz C, et al. Qualitätsmanagement mittels AGIR: Ergebnisse und Erfahrungen. *Fortschr Röntgenstr* 2001;173:147-155
11. Heuser L. Qualitätssicherungsmaßnahmen in der Interventionellen Radiologie. *Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen und der Bildgebenden Verfahren* 1999;170:131-136

12. Deitch CH, Chan WC, Sunshine JH, Zininger MD, Cascade PN, Cochran ST. Quality assessment and improvement: what radiologists do and think. *Am J Roentgenol* 1994;163:1245-1254
13. Fleisch M, Hergan K, Oser W. Über die Implementierung des Qualitätsmanagement-systems ISO/CD2 9001-2000 in einem radiologischen Institut. *Fortschr Röntgenstr* 2000;172:195-202
14. Saini S, Seltzer SE, Bramson RT, et al. Technical cost of radiologic examinations: analysis across imaging modalities. *Radiology* 2000;216:269-272
15. Hunink MG. Outcomes research and cost-effectiveness analysis in radiology. *European Radiology* 1996;6:615-620
16. Singer ME, Applegate KE. Cost-effectiveness analysis in radiology. *Radiology* 2001;219:611-620
17. Arlart IP. Krankenhausradiologie—wohin geht der Weg angesichts der Strukturveränderungen im Gesundheitswesen? *Der Radiologe* 2004;44:70-74
18. Teichgräber UKM, Gillessen C, Neumann F. Methoden des Prozessmanagements in der Radiologie. *Fortschr Röntgenstr* 2003;175:1627-1633
19. Gillessen C, Teichgräber UKM, Neumann F, Ricke J, Felix R. Prozesssimulation zur prospektiven Nutzwertanalyse einer voll digitalisierten Arbeitsumgebung am Beispiel eines sonographischen Arbeitsplatzes. *Fortschr Röntgenstr* 2003;175:1697-1705
20. Teichgräber UKM, Benter T, Klühs L, et al. Netzplantechnik zur Zeitplanung bei abdominalen Ultraschalluntersuchungen. *Ultraschall in der Medizin* 1999;20:236-241
21. Teichgräber UKM, Gillessen C, Neumann F, Clasen B, Ricke J. Anwendung der Netzplantechnik für die Arbeitsprozessanalyse im klinischen Bereich. *Zeitschrift für Ärztliche Fortbildung und Qualitätssicherung* 2002;96:539-544
22. Rhea JT, Thrall JH, Saini S, Sumner J. Improving the efficiency and service of computed tomographic scanning. *Acad Radiol* 1994;1:164-170
23. Seltzer SE, Kelly P, Adams DF, et al. Expediting the turnaround of radiology reports: use of total quality management to facilitate radiologists' report signing. *AJR Am J Roentgenol* 1994;162:775-781
24. Straub WH, Wolfe H. Comparison of measured and perceived time values for radiologists' work: impact on relative value scales. *Radiology* 1990;174:557-560

25. Meyer JS, Markowitz RI. A database program for the management of staff scheduling in a radiology department. *AJR Am J Roentgenol* 1997;169:1489-1492
26. Donnelly LF, Johnson ND, Taylor CN. Increased efficiency of radiology information management with a radiology support system. *AJR Am J Roentgenol* 1997;168:611-612
27. Crabbe JP, Frank CL, Nye WW. Improving report turnaround time: an integrated method using data from a radiology information system. *AJR Am J Roentgenol* 1994;163:1503-1507
28. Blackmore CC, Magid DJ. Methodologic evaluation of the radiology cost-effectiveness literature. *Radiology* 1997;203:
29. Otero HJ, Rybicki FJ, Greenberg D, Neumann PJ. Twenty years of cost-effectiveness analysis in medical imaging: are we improving? *Radiology* 2008;249:753-755
30. Poon CS. A brief commentary on cost-effectiveness analysis in radiologic research. *AJR Am J Roentgenol* 2008;191:1308-1319
31. Cooper R. The rise of activity-based costing How many cost drivers do you need, and how do you select them? *Journal of Cost Management* 1989;2:34-46
32. Drucker PF. The information executives truly need. *Harvard Business Review* 1995;73:54-61
33. Seltzer SE, Saini S, Bramson RT, et al. Can academic radiology departments become more efficient and cost less? *Radiology* 1998;209:405-410
34. Cohen MD, Hawes DR, Hutchins GD, McPhee WD, LaMasters MB, Fallon RP. Activity-based cost analysis: a method of analyzing the financial and operating performance of academic radiology departments. *Radiology* 2000;215:708-716
35. Klose KJ, Böttcher J. Activity based costing" in der Radiologie. *Der Radiologe* 2002;42:369-375
36. Laurila J, Suramo I, Brommels M, et al. Activity-based costing in radiology. Application in a pediatric radiological unit. *Acta Radiol* 2000;41:189-195
37. Nisenbaum HL, Birnbaum BA, Myers MM, Grossman RI, Gefter WB, Langlotz CP. The costs of CT procedures in an academic radiology department determined by an activity-based costing (ABC) method. *J Comput Assist Tomogr* 2000;24:813-823
38. Pitman AG, Jones DN. Radiologist workloads in teaching hospital departments: measuring the workload. *Australas Radiol* 2006;50:12-20

39. Eisenberg JM. Clinical economics: a guide to economic analysis of clinical practices. JAMA 1989;262:2879-2886
40. Pache G, Saueressig U, Baumann T, Dürselen L, Langer M, Kotter E. Effiziente Qualitätsmanagementdokumentation durch Einführung eines neuen, dynamischen Qualitätsmanagementhandbuchs nach DIN EN ISO 9001:2000. Fortschr Röntgenstr 2008;180:514-521
41. Laurila J, Standertskjöld-Nordenstam CG, Suramo I, et al. The efficacy of a continuous quality improvement (CQI) method in a radiological department. Comparison with non-CQI control material. Acta Radiol 2001;42:96-100
42. Avis M, Bond M, Arthur A. Satisfying solutions? A review of some unresolved issues in the measurement of patient satisfaction. J Adv Nurs 1995;22:316-322
43. Eckhardt-Abdulla R, Bock M, Bauer M. Ermittlung der Patientenzufriedenheit im Krankenhaus - Critical-incident-Technik oder standardisierter Fragebogen? Der Anästhesist 2008;57:275-283
44. Worthington K. Customer satisfaction in the emergency department. Emerg Med Clin North Am 2004;22:87-102
45. Schrappe M. Wandel der Berufsbilder im Krankenhaus: Neues Umfeld, neue Aufgaben. In: Klauber J, Robra B-P, Schellschmidt H, (Hrsg.) Krankenhausreport 2006 - Schwerpunkt Krankenhausmarkt im Umbruch. Schattauer, Stuttgart, 2007; 177-186
46. Thomas LH, Bond S. Measuring patients' satisfaction with nursing: 1990-1994. J Adv Nurs 1996;23:747-756
47. Sitzia J, Wood N. Patient satisfaction: a review of issues and concepts. Soc Sci Med 1997;45:1829-1843
48. Van der Veen L, Ritz M. Customer satisfaction: a practical approach for hospitals. J Healthc Qual 1996;18:10-15
49. Shaw I. Assessing quality in health care services: lessons from mental health nursing. J Adv Nurs 1997;26:758-764
50. Busch H-P. Benchmarking radiologischer Abteilungen - Startpunkt einer erfolgreichen Prozessoptimierung. Fortschr Röntgenstr 2010;182:221-228
51. Lecher S, Satzinger W, Trojan A, Koch U. Patientenorientierung durch Patientenbefragung als ein Qualitätsmerkmal der Krankenversorgung. Bundesgesundheitsblatt 2002;45:3-12

52. Blum K, Satzinger W, Buck R. Patientenbefragungen und Qualitätsmanagement. Eine Einführung in die Thematik. In: Satzinger W, Trojan A, Kellermann-Mühlhoff P, (Hrsg.) Patientenbefragungen in Krankenhäusern. Konzepte, Methoden, Erfahrungen. Asgard-Verlag, Sankt Augustin, 2001; 25-40
53. Schmidt C, Möller J, Reibe F, Güntert B, Kremer B. Patientenzufriedenheit in der stationären Versorgung. Stellenwert, Methoden und Besonderheiten. Dtsch Med Wochenschr 2003;128:619-624
54. Hall JA, Dornan MC. Patient sociodemographic characteristics as predictors of satisfaction with medical care: a meta-analysis. Soc Sci Med 1990;30:811-818
55. Pascoe GC. Patient satisfaction in primary health care: a literature review and analysis. Eval Program Plann 1983;6:185-210
56. Jacke C, Eyshold U, Rosanowski F. Zufriedenheit ambulanter Patienten in der Phoniatrie und Pädaudiologie. HNO 2009;57:918-930
57. Nguyen TD, Attkisson C, Stegner BL. Assessment of Patient Satisfaction. Development and Refinement of a Service Evaluation Questionnaire. Eval Program Plann 1983;6:299-314
58. Ware JE, Snyder MK, Wright WR. Defining and Measuring Patient Satisfaction with Medical Care. 6 1983;
59. Shostack GL. Designing Services that deliver. Harvard Business Review 1984;62:133-139
60. Kingman-Brundage J. The ABC's of Service System Blueprinting. In: Bitner MJ, Crosby LA, (Hrsg.) Designing a Winning Service Strategy. American Marketing Association, Chicago, 1989; 30-33
61. Fliess S, Kleinaltenkamp M. Blueprinting the Service Company. Managing Service Processes Efficiently. Journal of Business Research 2004;57:392-404
62. Fließ S (2001) Die Steuerung von Kundenintegrationsprozessen. Effizienz in Dienstleistungsunternehmen. Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden
63. Gericke CA, Schiffhorst G, Busse R, Häussler B. Ein valides Instrument zur Messung der Patientenzufriedenheit in ambulanter Haus- und Fachärztlicher Behandlung: das Qualiskop-A. Gesundheitswesen 2004;66:723-731
64. Morris KJ, Tarico VS, Smith WL, Altmaier EM, Franken EA Jr. Critical Analysis of Radiologist-Patient Interaction. Radiology 1987;163:565-567

65. Quist SR, Dieckmann-Stöcklein R, Bröcker BE, Weyandt GH, 598-604. J. Determinanten der Patientenzufriedenheit in einer dermatologischen Universitätsklinik als Parameter zur Patientenorientierung im Rahmen des Qualitätsmanagements. *Journal der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft* 2007;5:598-604
66. Gasquet I, Villeminot S, Estaquio C, Durieux P, Ravaud P, Falissard B. Construction of a questionnaire measuring outpatients opinion of quality of hospital consultation departments. *Health Qual Life Outcomes* 2004;2:43
67. Bauer M, Böhrer H, Aichele G, Bach A, Martin E. Measuring patient satisfaction with anaesthesia. Perioperative questionnaire versus standardised face-to-face interview. *Acta Anaesthesiol Scand* 2001;45:65-72
68. Rowell RM, Polipnick J. A pilot mixed methods study of patient satisfaction with chiropractic care for back pain. *J Manipulative Physiol Ther* 2008;31:602-610
69. Satzinger W, Raspe H. Weder Kinderspiel noch Quadratur des Kreises. Eine Übersicht über methodische Grundprobleme bei Befragungen von Krankenhauspatienten. In: Satzinger W, Trojan A, Kellermann-Mühlhoff P, (Hrsg.) *Patientenbefragungen in Krankenhäusern Konzepte, Methoden, Erfahrungen*. Asgard-Verlag, Sankt Augustin, 2001; 41-80
70. Pfaff H, Bentz J. Subjektive Daten- Objektive Analyse. Qualitative und quantitative Methoden der Datengewinnung. In: Schwartz FW, (Hrsg.) *Das Public Health Buch. Gesundheit und Gesundheitswesen*. Urban&Fischer, München, 2003; 419-434
71. Struppe M, Satzinger W. Eine methodische Grundvariante von Patientenbefragungen: der ereignisorientierte Ansatz. In: Satzinger W, Trojan A, Kellermann-Mühlhoff P, (Hrsg.) *In Patientenbefragungen in Krankenhäusern. Konzepte, Methoden, Erfahrungen*. Asgard Verlag, Sankt Augustin, 2001; 285-290
72. Dierks ML, Bitzer EM, Schwartz FW. Patientenbefragungen in der Arztpraxis. Praktikabilität, Akzeptanz und Relevanz aus der Sicht von niedergelassenen Ärzten. *ZaeFQ* 2000;94:389-395
73. Satzinger W. Der Weg bestimmt das Ziel? Zur Rolle des Erhebungsverfahrens bei Befragungen von Krankenhauspatienten. In: Ruprecht TM, (Hrsg.) *Experten fragen - Patienten antworten Patientenzentrierte Qualitätsbewertung von Gesundheitsleistungen - Konzepte, Methoden, praktische Beispiele*. Asgard-Verlag, Sankt Augustin, 1998; 101-108

74. Health Service Research Group. A guide to direct measures of patient satisfaction in clinical practice. *Can Med Assoc J* 1992;146:1727-1731
75. Trojan A. Warum sollen Patienten gefragt werden? Zu Legitimation, Nutzen und Grenzen patientenzentrierter Evaluation von Gesundheitsleistungen. In: Ruprecht TM, (Hrsg.) Experten fragen - Patienten antworten. Patientenzentrierte Qualitätsbewertung von Gesundheitsleistungen. Konzepte, Methoden, praktische Beispiele. Asgard-Verlag, Sankt Augustin, 1998; 15-30
76. Jehle F, Hollstein B, Kriegel J. Patientenorientierung im Krankenhaus - Evaluation von Patientenwartezeiten in der stationären Krankenhausversorgung. *Gesundheitsökonomie und Qualitätsmanagement* 2010;146:286-291
77. Brinkmann A, Steffen P, Pfaff H. Patientenbefragungen als Bestandteil des Qualitätsmanagements in Arztpraxen. Entwicklung und Erprobung eines Instrumentes. *Gesundheitswesen* 2007;69:585-592
78. von Wagner C, Smith S, Halligan S, et al. Patient acceptability of CT colonography compared with double contrast barium enema: results from a multicentre randomised controlled trial of symptomatic patients. *Eur Radiol* 2011;21:2046-2055
79. Schönenberger E, Schnapauff D, Teige F, Laule M, Hamm B, Dewey M. Patient acceptance of noninvasive and invasive coronary angiography. *PLoS* 2007;2:e246
80. Taylor SA, Halligan S, Saunders BP, Bassett P, Vance M, Bartram CI. Acceptance by patients of multidetector CT colonography compared with barium enema examinations, flexible sigmoidoscopy, and colonoscopy. *AJR Am J Roentgenology* 2003;181:913-921
81. Taylor SA, Halligan S, Burling D, Bassett P, Bartram CI. Intra-individual comparison of patient acceptability of multidetector-row CT colonography and double-contrast barium enema. *Cinical Radiology* 2005;60:207-214
82. Hentschel B. Multiattributive Messung von Dienstleistungsqualität. In: Bruhn M, Stauss B, (Hrsg.) Dienstleistungsqualität: Konzepte - Methoden - Erfahrungen. Gabler, Wiesbaden, 2000; 289-320
83. Quednau K. Die Kontaktpunktanalyse. In: Satzinger W, Trojan A, Kellermann-Mühlhoff P, (Hrsg.) Patientenbefragungen in Krankenhäusern. Konzepte, Methoden, Erfahrungen. Asgard-Verlag, Sankt Augustin, 2001; 291-300
84. Pippig M. Möglichkeiten und Grenzen der Messung von Kundenzufriedenheit in einem Krankenhaus. *Wismarer Diskussionspapiere* 2003;1-29

85. Flanagan JC. The critical incident technique. *Psychol Bull* 1954;51:327-358
86. Gelbricht K. Blueprinting, Sequentielle Ereignismethode und Critical Incident Technique. Drei Methoden zur qualitativen Messung von Dienstleistungsqualität. In: Buber R, Holzmüller H, (Hrsg.) *Qualitative Marktforschung. Konzepte-Methoden-Analysen*. Gabler, Wiesbaden, 2007; 617-633
87. Kaiser MO (2005) *Erfolgsfaktor Kundenzufriedenheit. Dimensionen und Messmöglichkeiten*. Erich Schmidt Verlag, Berlin
88. Stauss B. "Augenblicke der Wahrheit" in der Dienstleistungserstellung. Ihre Relevanz und ihre Messung mit Hilfe der Kontaktpunkt-Analyse. In: Bruhn M, Stauss B, (Hrsg.) *Dienstleistungsqualität: Konzepte - Methoden - Erfahrungen*. Gabler, Wiesbaden, 2000; 321-340
89. Bitner MJ, Booms BH, Tetreault MS. The Service Encounter. Diagnosing Favorable and Unfavorable Incidents. *Journal of Marketing* 1990;54:71-84
90. Norman IJ, Redfern SJ, Tomalin DA, Oliver S. Developing Flanagan's critical incident technique to elicit indicators of high and low quality nursing care from patients and their nurses. *J Adv Nurs* 1992;17:590-600
91. Kemppainen JK. The critical incident technique and nursing care quality research. *J Adv Nurs* 2000;32:1264-1271
92. Pourin C, Daucourt V, Barberger-Gateau P. Use of the critical incident technique in the development of a measurement tool for satisfaction in psychiatry. *Sante Publique* 2001;13:169-177
93. Gustafson DH, Arora NK, Nelson EC, Boberg EW. Increasing understanding of patient needs during and after hospitalization. *Jt Comm J Qual Improv* 2001;27:81-92
94. Strotzer M, Völk M, Lenhart M, Fründ R, Feuerbach S. Innerbetriebliche Leistungsverrechnung am Beispiel radiologischer Interventionen. *Fortschr Röntgenstr* 2002;174:761-766
95. Cohen MD. Determining costs of imaging services. *Radiology* 2001;220:563-565
96. Burkhardt JH, Sunshine JH. Core-needle and surgical breast biopsy: comparison of three methods of assessing cost. *Radiology* 1999;212:181-188
97. Gabler *Wirtschaftslexikon*. Stichwort: Kosten. Gabler Verlag 2011

98. Greiner W, Damm O. Die Berechnung von Kosten und Nutzen. In: Schöffski O, Graf von der Schulenburg JM, (Hrsg.) Gesundheitsökonomische Evaluationen. Springer, Berlin, Heidelberg, 2012; 23-42
99. Luce BR, Manning WG, Siegel JE, Lipscomp J. Estimating costs in cost-effectiveness analysis. In: Gold MR, Siegel JE, Russel LB, Weinstein MC, (Hrsg.) Costeffectiveness in health and medicine, New York, 1996; 176-213
100. Schöffski O. Grundformen Gesundheitsökonomischer Evaluationen. In: Schöffski O, Graf von der Schulenburg J-M, (Hrsg.) Gesundheitsökonomische Evaluationen. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 2008; 65-94
101. Schöffski O (1990) Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen von Arzneimitteln. Prinzipien, Methoden und Grenzen der Gesundheitsökonomie. Hannover
102. Schöffski O. Grundformen gesundheitsökonomischer Evaluationen. In: Schöffski O, Graf von der Schulenburg JM, (Hrsg.) Gesundheitsökonomische Evaluationen. Springer, Berlin, Heidelberg, 2012; 43-70
103. Gebauer B, Teichgräber U, Werk M, Wagner HJ. Periinterventionelle prophylaktische Antibiotikagabe bei der radiologischen Portkatheterimplantation. Fortschr Röntgenstr 2007;179:804-810
104. Wagner HJ, Teichgräber U, Gebauer B, Kalinowski M. Die transjuguläre Implantation venöser Portkathetersysteme. Fortschr Röntgenstr 2003;175:1539-1544
105. Schmiegel W, Reinacher-Schick A, Arnold D, et al. Update S3-guideline "colorectal cancer" 2008. Z Gastroenterol 2008;46:799-840
106. Beets-Tan RG, Beets GL, Vliegen RF, et al. Accuracy of magnetic resonance imaging in prediction of tumor-free resection margin in rectal cancer surgery. Lancet 2001;357:497-504
107. Beets-Tan RG, Beets GL. Rectal cancer: review with emphasis on MR imaging. Radiology 2004;232:335-346
108. Brown G, Radcliffe AG, Newcombe RG, Dallimore NS, Bourne MW, Williams GT. Pre-operative assessment of prognostic factors in rectal cancer using high-resolution magnetic resonance imaging. Br J Surg 2003;90:355-364
109. Heald RJ, O'Neill BD, Moran B, et al. MRI in predicting curative resection of rectal cancer: new dilemma in multidisciplinary team management. BMJ 2006;333:808

110. Bissett IP, Fernando CC, Hough DM, et al. Identification of the fascia propria by magnetic resonance imaging and its relevance to preoperative assessment of rectal cancer. *Dis Colon Rectum* 2001;44:259-265
111. Iafrate F, Laghi A, Paolantonio P, et al. Preoperative staging of rectal cancer with MR Imaging: correlation with surgical and histopathologic findings. *Radiographics* 2006;26:701-714
112. Klessen C, Rogalla P, Taupitz M. Local staging of rectal cancer: the current role of MRI. *Eur Radiol* 2007;17:379-389
113. Purkayastha S, Tekkis PP, Athanasiou T, Tilney HS, Darzi AW, Heriot AG. Diagnostic precision of magnetic resonance imaging for preoperative prediction of the circumferential margin involvement in patients with rectal cancer. *Colorectal Dis.* 2007;9:402-411
114. Huppertz A, Balzer T, Blakeborough A, et al. Improved detection of focal liver lesions at MR imaging: Multicenter comparison of gadoxetic acid-enhanced MR images with intraoperative findings. *Radiology* 2004;230:266-275
115. Bluemke DA, Sahani D, Amendola M, et al. Efficacy and safety of MR imaging with liver-specific contrast agent: U.S. multicenter phase III study. *Radiology* 2005;237:89-98
116. Frericks BB, Meyer BC, Martus P, Wendt M, Wolf KJ, Wacker F. MRI of the thorax during whole-body MRI: evaluation of different MR sequences and comparison to thoracic multidetector computed tomography (MDCT). *J Magn Reson Imaging* 2008;27:538-545
117. Leitlinien-Kommission der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie e.V. Leitlinie für die Unfallchirurgische Diagnostik und Therapie. *Unfallchirurg* 2001;104:902-912
118. Schreyer AG, Friedrich C, Mrosek S, et al. Kostenanalyse einer kontrastgestützten MRT des Schädels an einem Universitätsklinikum. *Fortschr Röntgenstr* 2010;182:891-899
119. Modlin IM, Lye KD, Kidd M. A 5-decade analysis of 13,715 carcinoid tumors. *Cancer* 2003;97:934-959
120. Krenning EP, Kwekkeboom DJ, Bakker WH, et al. Somatostatin receptor scintigraphy with [<sup>111</sup>In-DTPA-D-Phe<sup>1</sup>]- and [<sup>123</sup>I-Tyr<sup>3</sup>]-octreotide: the Rotterdam experience with more than 1000 patients. *Eur J Nucl Med* 1993;20:716-731
121. Bombardieri E, Ambrosini V, Aktolun C, et al. <sup>111</sup>In-pentetreotide scintigraphy: procedure guidelines for tumour imaging. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2010;37:1441-1448

122. Fließ S. Prozessevidenz als Erfolgsfaktor der Kundenintegration. In: Kleinaltenkamp M, Fließ S, Jacob F, (Hrsg.) Customer Integration - Von der Kundenorientierung zur Kundenintegration., Wiesbaden, 1996; 91-103
123. Dale BG, Lascelles DM, Plunkett JJ. The Process of Total Quality Management. In: Plunkett JJ, Dale BG, (Hrsg.) Managing Quality. Philip Allan, Oxford, 1990; 3-18
124. Kurtz C, Czapp W, Trampe I, Leppek R, Klose KJ. Röntgen durch Radiologen! Einfluss auf einen kontinuierlichen Qualitätsverbesserungsprozess? Fortschr Röntgenstr 2000;172:391-396
125. Adamson C. Evolving complaint Procedures. Manag Serv Qual 1993;3:439-444
126. Stauss B. Messung von Kundenzufriedenheit. Merkmals- oder ereignisorientierte Beurteilung von Dienstleistungsqualität. Marktforsch Manage 1995;36:115-122
127. Mayer HO (2002) Interview und schriftliche Befragung. Entwicklung, Durchführung und Auswertung. Oldenburg-Verlag, München
128. Michel S. Analyzing Service Failures and Recoveries. A Process Approach. International Journal of Service Industry Management 2001;12:20-33
129. Chell E, Pittaway L. A Study of Entrepreneurship in the Restaurant and Café Industry. Exploratory Work Using the Critical Incident Technique as a Methodology. International Journal of Hospitality Management 1998;7:23-32
130. Marcy PY, Magné N, Castadot P, et al. Radiological and surgical placement of port devices: a 4-year institutional analysis of procedure performance, quality of life and cost in breast cancer patients. Breast Cancer Res Treat 2005;61-67
131. Foley MJ. Radiologic placement of long-term central venous peripheral access system ports (PAS Port): results in 150 patients. J Vasc Interv Radiol 1995;6:
132. Bodner LJ, Noshier JL, Patel KM, et al. Peripheral venous access ports: outcomes analysis in 109 patients. Cardiovasc Intervent Radiol 2000;23:
133. Hind D, Calvert N, McWilliams R, et al. Ultrasonic locating devices for central venous cannulation: meta-analysis. BMJ 2003;327:
134. Dillon PA, Foglia RP. Complications associated with an implantable vascular access device. J Pediatr Surg 2006;41:1582-1587
135. Gebauer B, Teichgräber UK, Podrabsky P, Werk M, Hänninen EL, Felix R. Radiological interventions for correction of central venous port catheter migrations. Cardiovasc Intervent Radiol 2007;30:668-674

136. McBride KD, Fisher R, Warnock N, Winfield DA, Reed MW, Gaines PA. A comparative analysis of radiological and surgical placement of central venous catheters. *Cardiovasc Intervent Radiol* 1997;20:17-22
137. Noshier JL, Shami MM, Siegel RL, DeCandia M, Bodner LJ. Tunneled central venous access catheter placement in the pediatric population: comparison of radiologic and surgical results. *Radiology* 1994;192:265-268
138. Reeves AR, Seshadri R, Trerotola SO. Recent trends in central venous catheter placement: a comparison of interventional radiology with other specialties. *J Vasc Interv Radiol* 2001;12:1211-1214
139. Hannöver W, Dogs CP, Kordy H. Patientenzufriedenheit - ein Maß für Behandlungserfolg? *Psychotherapeut* 2000;45:292-300
140. Spanknebel K, Chabot JA, DiGiorgi M, et al. Thyroidectomy using monitored local or conventional general anesthesia: an analysis of outpatient surgery, outcome and cost in 1,194 consecutive cases. *World J Surg* 2006;30:813-824
141. Nordin P, Zetterström H, Carlsson P, Nilsson E. Cost-effectiveness analysis of local, regional and general anaesthesia for inguinal hernia repair using data from a randomized clinical trial. *Br J Surg* 2007;94:500-505
142. Wohlgemuth WA, Wamser G, Reiss T, Wagner T, Bohndorf K. In vivo laser-induced interstitial thermotherapy of pig liver with a temperature-controlled diode laser and MRI correlation. *Lasers Surg Med* 2001;29:374-378
143. Alanen J, Keski-Nisula L, Blanco-Sequeiros R, Tervonen O. Cost comparison analysis of low-field (0.23 T) MRI- and CT-guided bone biopsies. *Eur Radiol* 2004;14:123-128
144. Müller-Horvat C, Radny P, Eigentler TK, et al. Prospective comparison of the impact on treatment decisions of whole-body magnetic resonance imaging and computed tomography in patients with metastatic malignant melanoma. *Eur J Cancer* 2006;42:342-350
145. Schmidt GP, Baur-Melnyk A, Haug A, et al. Comprehensive imaging of tumor recurrence in breast cancer patients using whole-body MRI at 1.5 and 3 T compared to FDG-PET-CT. *Eur J Radiol* 2008;65:47-58
146. Schmidt GP, Baur-Melnyk A, Haug A, et al. Whole-body MRI at 1.5 T and 3 T compared with FDG-PET-CT for the detection of tumour recurrence in patients with colorectal cancer. *Eur Radiol* 2009;19:1366-1378

147. Plathow C, Walz M, Lichy MP, et al. Kostenüberlegungen zur Ganzkörper-MRT und PET-CT im Rahmen des onkologischen Stagings. 48 2008;4:
148. Halavaara J, Breuer J, Ayuso C, et al. Liver tumor characterization: comparison between liver-specific gadoxetic acid disodium-enhanced MRI and biphasic CT--a multicenter trial. *J Comput Assist Tomogr* 2006;30:345-354
149. Polignano FM, Quyn AJ, de Figueiredo RS, Henderson NA, Kulli C, Tait IS. Laparoscopic versus open liver segmentectomy: prospective, case-matched, intention-to-treat analysis of clinical outcomes and cost effectiveness. *Surg Endosc* 2008;22:2564-2570
150. Topal B, Vromman K, Aerts R, Verslype C, Van Steenberghe W, Penninckx F. Hospital cost categories of one-stage versus two-stage management of common bile duct stones. *Surg Endosc* 2010;24:413-416
151. Kowalski J, Henze M, Schuhmacher J, Mäcke HR, Hofmann M, Haberkorn U. Evaluation of positron emission tomography imaging using [68Ga]-DOTA-D Phe(1)-Tyr(3)-Octreotide in comparison to [111In]-DTPAOC SPECT. First results in patients with neuroendocrine tumors. *Mol Imaging Biol* 2003;5:42-48
152. Buchmann I, Henze M, Engelbrecht S, et al. Comparison of 68Ga-DOTATOC PET and 111In-DTPAOC (Octreoscan) SPECT in patients with neuroendocrine tumours. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2007;34:1617-1626
153. Schmidt GP, Haug AR, Schoenberg SO, Reiser MF. Whole-body MRI and PET-CT in the management of cancer patients. *Eur Radiol* 2006;16:1216-1225
154. Yao JC, Hassan M, Phan A, et al. One hundred years after "carcinoid": epidemiology of and prognostic factors for neuroendocrine tumors in 35,825 cases in the United States. *J Clin Oncol* 2008;26:3063-3072
155. Shrimpton PC, Hillier MC, Lewis MA, Dunn M. National survey of doses from CT in the UK: 2003. *Br J Radiol* 2007;79:968-980
156. Hartmann H, Zöphel K, Freudenberg R, et al. Radiation exposure of patients during 68Ga-DOTATOC PET/CT examinations. *Nuklearmedizin* 2009;48:201-207

## Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei all jenen bedanken, die mir auf meinem akademischen Weg mit Rat und Tat hilfreich zur Seite gestanden und damit direkt oder indirekt zum Gelingen dieser Habilitation beigetragen haben.

Mein ganz besonderer Dank gilt Herrn Univ.-Prof. Dr. Bernd Hamm, Direktor der Klinik für Radiologie der Charité, der mir durch seine großzügige Unterstützung und Beratung die Möglichkeit eröffnete, diese Arbeit zu erstellen. Seine intensive Förderung schuf die fachlichen und technischen Voraussetzungen, welche es mir gestatteten, die vorliegende Arbeit durchzuführen und abzuschließen.

Für die freundschaftliche Zusammenarbeit bei in dieser Schrift einbezogenen wissenschaftlichen Projekten möchte ich mich ganz besonders bei meinen Kollegen Herrn Dr. Alexander Pöllinger, Herrn Dr. Nils Schreiter, Herrn Dr. Tim Marnitz und Herrn Priv.-Doz. Dr. Ulf Teichgräber bedanken. Bedanken möchte ich mich vor allem auch bei Priv.-Doz. Dr. Bernhard Gebauer, lt. Oberarzt unserer Klinik, der bei klinischer und wissenschaftlicher Tätigkeit ein Vorbild ist. Mein herzlicher Dank gilt Herrn Priv.-Doz. Dr. Alexander Huppertz, Geschäftsführer des Imaging Science Institut Berlin, für seine vielen Impulse beim wissenschaftlichen Arbeiten.

Für die gute Zusammenarbeit bei weiteren Publikationen danke ich Herrn Priv.-Doz. Dr. Thomas Kröncke, Herrn Priv.-Doz. Dr. Timm Denecke, Herrn Priv.-Doz. Dr. Marc Dewey, Herrn Prof. Dr. Ralf-Jürgen Schröder sowie Herrn Univ.-Prof. Dr. Winfried Brenner.

Mein Dank geht darüber hinaus an zahlreiche weitere Kolleginnen und Kollegen, die meinen Weg und die wissenschaftliche Arbeit unterstützt haben. Stellvertretend seien hier Herr Dr. Alexander Beck, Herr Priv.-Doz. Dr. Florian Streitparth und Herr Dr. Moritz Wagner genannt.

Zuletzt möchte ich mich auch ganz herzlich bei meiner Familie bedanken: Meinen Eltern Univ.-Prof. Dr. Helmut und Dr. Gisela Maurer, meinen Schwestern Priv.-Doz. Dr. Dr. Birgit Zirn und Dr. Andrea Kersebohm und natürlich meinen lieben Großeltern Resi und Hugo Kühl, denen diese Habilitationsschrift gewidmet ist.

## **Erklärung**

§ 4 Abs 3 (k) der HabOMed der Charité

Hiermit erkläre ich, dass

- weder früher noch gleichzeitig ein Habilitationsverfahren durchgeführt oder angemeldet wurde.
- die vorgelegte Habilitationsschrift ohne fremde Hilfe verfasst, die beschriebenen Ergebnisse selbst gewonnen sowie die verwendeten Hilfsmittel, die Zusammenarbeit mit anderen Wissenschaftlerinnen oder Wissenschaftlern und mit technischen Hilfskräften sowie die verwendete Literatur vollständig in der Habilitationsschrift angegeben wurden.
- mir die geltende Habilitationsordnung bekannt ist.

Berlin, den 25.3.2012

Dr. med. Martin Maurer