

**KOMPETENZZENTRUM
Wasser Berlin**

Dipl.-Ing. Claire Pineau



Dr. Bernd Heinzmann
Dipl.-Ing. Rolf-Jürgen Schwarz



Dipl.-Ing. Matthias Wiemann
Dipl.-Ing. Christina Schulz

„Getrennte Erfassung von iodorganischen Röntgenkontrastmitteln in Krankenhäusern“

Phase 1: Machbarkeitsstudie

Abschlussbericht
April 2005

Forschungsprojekt in Kooperation mit

**Universitätsklinikum Charité
Campus Virchow-Klinikum**



**Maria Heimsuchung
Caritas-Klinik Pankow**



Finanzielle Unterstützung



ZUSAMMENFASSUNG

In Berliner Gewässern wurden hohe AOI-Konzentrationen nachgewiesen, die auf den Eintrag von iodorganischen Röntgenkontrastmitteln (RKM) zurückzuführen sind. RKM werden bei Röntgenuntersuchungen in Krankenhäusern und in niedergelassenen Praxen jeweils zu 50% verabreicht und innerhalb von 24h über den Urin quasi vollständig ausgeschieden. Diese schlecht abbaubaren Stoffe werden in den Kläranlagen nicht eliminiert und gelangen in die Umwelt. Aufgrund des Vorsorgeprinzips und des Minimierungsgebotes für sauberes Trinkwasser bietet es sich an, die RKM an der Quelle zurückzuhalten. Es wurden drei Erfassungskonzepte entwickelt und systematisch bewertet, um den mit RKM belasteten Urin in Krankenhäusern getrennt zu sammeln und zu entsorgen. Diese Machbarkeitsstudie wurde vom April 2004 bis April 2005 vom Kompetenzzentrum Wasser Berlin durchgeführt, in Zusammenarbeit mit der GÖK Consulting AG, den Berliner Wasserbetrieben und zwei Berliner Krankenhäusern, die beispielhaft für das Krankenhauswesen in Deutschland stehen: das Universitätsklinikum Charité - Campus Virchow-Klinikum (CVK) und die Maria Heimsuchung Caritas-Klinik Pankow.

Das erste Erfassungskonzept ist die zentrale Sammlung in der Radiologie mit einer Trenntoilette in den ersten 4h nach der Röntgenuntersuchung. Jedoch ist dieses Erfassungskonzept mit einem hohen Personalaufwand und entsprechenden Kosten verbunden. Die Wartezeit stellt aufgrund der erforderlichen Räumlichkeiten und der Qualität der Patientenbehandlung ein wesentliches Hindernis dar. Weiterhin ergab die Stoffstromanalyse, dass innerhalb der Punktquelle Krankenhaus eine Vielzahl an Verbrauchs- und somit Emissionsquellen vorhanden sein können. In der Charité-CVK stellt die Radiologie nur ein Drittel des Verbrauchs im Krankenhaus, so dass bei zentraler Erfassung an dieser Stelle nur ein geringer Erfassungsgrad erreicht wird.

Die dezentrale Sammlung stellt eine Alternative dar, um den Urin der Patienten 24h nach der Röntgenuntersuchung zu sammeln, in den Stationen mit einer hohen Anzahl an „RKM-Patienten“. Ein erstes dezentrales Konzept ist die Sammlung mit einer Trenntoilette, die beispielsweise in dem Stationsbad eingebaut werden kann. Dadurch wird der Behandlungsablauf wenig verändert und der Personalaufwand ist relativ niedrig, jedoch kann nur der Urin der mobilen Patienten gesammelt werden, so dass der Erfassungsgrad niedrig ist. Weiterhin ist die Umsetzung in weiteren Stationen aufgrund der aufwendigen Umbaumaßnahmen schwierig.

Alternativ könnte die Sammlung mit mobilen Urinbehältern erfolgen. Bei diesem zweiten dezentralen Erfassungskonzept ist eine Urinsammlung 24h nach der Röntgenuntersuchung vorgesehen, anhand von Urinflaschen bzw. Steckbecken für die bettlägerigen Patienten sowie Sammelurinbehältern für mobile Patienten. Diese Behälter werden dann vom Stationspersonal in grösseren Behältern in den vorhandenen Unreinräumen gesammelt. Die Sammelbehälter werden vom Reinigungsdienst zur externen Entsorgung bereitgestellt. Neben der Urinaufbereitung und den Möglichkeiten der Iodrückgewinnung aus dem mit RKM belasteten Urin, die im Rahmen von Forschungsprojekten bereits untersucht werden, könnten die Iodverbindungen in Sonderabfallverbrennungsanlagen eliminiert werden. Durch das dezentrale Erfassungskonzept mit mobilen Behältern kann eine höhere Iodmenge gesammelt werden, verbunden mit einem geringen Personalaufwand und wenigen organisatorischen Änderungen. Dieses Konzept beruht auf einfachen Sammlungswegen, die bereits in den Krankenhäusern angewendet werden und ohne erheblichen Aufwand in vielen Bereichen umgesetzt werden könnten. Unter den drei entwickelten Erfassungskonzepten, stellt also die dezentrale Sammlung mit mobilen Behältern die einzige praktikable Möglichkeit dar, um eine getrennte Erfassung umfassend umsetzen zu können und somit eine effektive Verminderung der Iodfracht in Gewässern zu erreichen.

INHALT

1. EINLEITUNG	4
2. ZIELSETZUNG	5
3. VORGEHEN IM PROJEKT.....	6
4. RÖNTGENKONTRASTMITTEL.....	8
4.1. Allgemeine Eigenschaften ([SCHUSTER_2005])	8
4.2. Kinetik ([SCHUSTER_2005])	9
4.3. Konzentrationen in Berliner Gewässern ([SCHUSTER_2005]).....	12
4.4. Toxizität ([SCHUSTER_2005])	13
5. DIE BETEILIGTEN KRANKENHÄUSER	16
5.1. Die beteiligten Krankenhäuser als Beispiel für das Krankenhauswesen	16
5.2. Aufkommen und Verbleib von RKM im Krankenhaus.....	18
5.2.1. Charité - Campus Virchow Klinikum.....	18
5.2.2. Caritas-Klinik Pankow	23
5.2.3. Diskussion	26
6. KONZEPTE ZUR GETRENNTEN ERFASSUNG VON RKM IM KRANKENHAUS	29
6.1. Zentrales Erfassungskonzept	30
6.2. Dezentrales Erfassungskonzept mit Trenntoiletten	42
6.3. Dezentrales Erfassungskonzept mit mobilen Urinbehältern.....	54
6.4. Externe Entsorgung	67
6.4.1. Urinaufbereitung.....	67
6.4.2. Entsorgung in einer Klärschlammverbrennungsanlage.....	68
6.4.3. Entsorgung in einer Restabfallverbrennungsanlage	69
6.4.4. Entsorgung in einer Sonderabfallverbrennungsanlage.....	71
7. BEWERTUNG.....	72
7.1. Erfassungsgrad	72
7.2. Wirtschaftlichkeit.....	74
7.3. Nutzwertanalyse	79
7.4. Akzeptanz der Erfassungskonzepte in den Krankenhäusern	80
7.5. Ermittlung der besten Variante	85
8. AUSBLICK	87
9. ANHANG.....	89

1. Einleitung

Im Berliner Abwasser nehmen iodorganische Verbindungen den gleichen Stellenwert ein wie chlororganische. Während die Chlororganika sich aus den verschiedensten Stoffklassen zusammensetzen und auch ihre Quellen sehr diffus sind, handelt es sich bei den Iodorganika fast ausschließlich um eine einzige Stoffgruppe: die triiodierten Röntgenkontrastmittel (RKM). Diese Verbindungen sind sehr polar und extrem inert, d.h. sie lassen sich nur unter erheblichem Aufwand aus dem Wasser entfernen und werden nur unter besonderen Bedingungen abgebaut. Frühere Arbeiten konnten zeigen, dass die RKM in den Berliner Kläranlagen nur zu maximal 8% eliminiert werden können [Jekel_M_1996]. Demzufolge werden die in Berlin eingesetzten 15 Tonnen RKM fast vollständig in die Berliner Oberflächengewässer emittiert.

In den Tegeler See leitet die Kläranlage Schönerlinde einerseits über die Vorfluter jährlich ca. 3 Tonnen AOI¹ [Jekel_M_1996] ein, andererseits liegt hier eines der größten Trinkwasserwerke Berlins. In der anaeroben Bodenpassage bei der Uferfiltration können nur 30 % des AOI entfernt werden. In den Rohwasserbrunnen schwankt der AOI zwischen 2 und 16 µg/L [Jekel_M_2000]. Untersuchungen der TU Berlin zeigen, dass der AOI im Rohwasser des Wasserwerkes Tegel hauptsächlich auf RKM zurückzuführen ist.

Auf dem Weg über die Kläranlage und die Biosphäre bilden sich aus den Röntgenkontrastmitteln Metabolite. In diesem Stoffgemisch, dessen Zusammensetzung nicht im Einzelnen bekannt ist, könnten giftige Metabolite enthalten sein, z.B. durch Bildung von organischen Aminen durch Abspaltung der Seitenketten. Da die Stoffgruppe der AOI aus dem Trinkwasser nicht wirtschaftlich entfernt werden können, bietet es sich an, sie direkt an der Quelle aufzufangen und sie gar nicht erst in den Wasserkreislauf zu emittieren. Die jährlich in Berlin eingesetzten 15 Tonnen RKM entsprechen 7,5 Tonnen Iod. Der Einsatz verteilt sich jeweils zu ca. 50 % auf die Krankenhäuser und ambulante Röntgenpraxen [Ziegler_M_1997].

In Zusammenarbeit mit zwei Krankenhäusern sollen praktikable Erfassungskonzepte für den mit Röntgenkontrastmitteln belasteten Patientenurin erforscht werden. Dies beinhaltet die Klärung der Sammelorte und die hierzu erforderliche Technik sowie die Ermittlung der organisatorischen Erfordernisse (Logistik). Im Rahmen einer ersten Phase des FE-Projektes wurde eine Machbarkeitsstudie vom 1. April 2004 bis 30. April 2005 durchgeführt.

Das Forschungsprojekt wird von der KompetenzZentrum Wasser Berlin gGmbH koordiniert, in Zusammenarbeit mit der GÖK Consulting AG, den Berliner Wasserbetrieben, dem Universitätsklinikum Charité - Campus Virchow-Klinikum und der Maria Heimsuchung Caritas-Klinik Pankow..

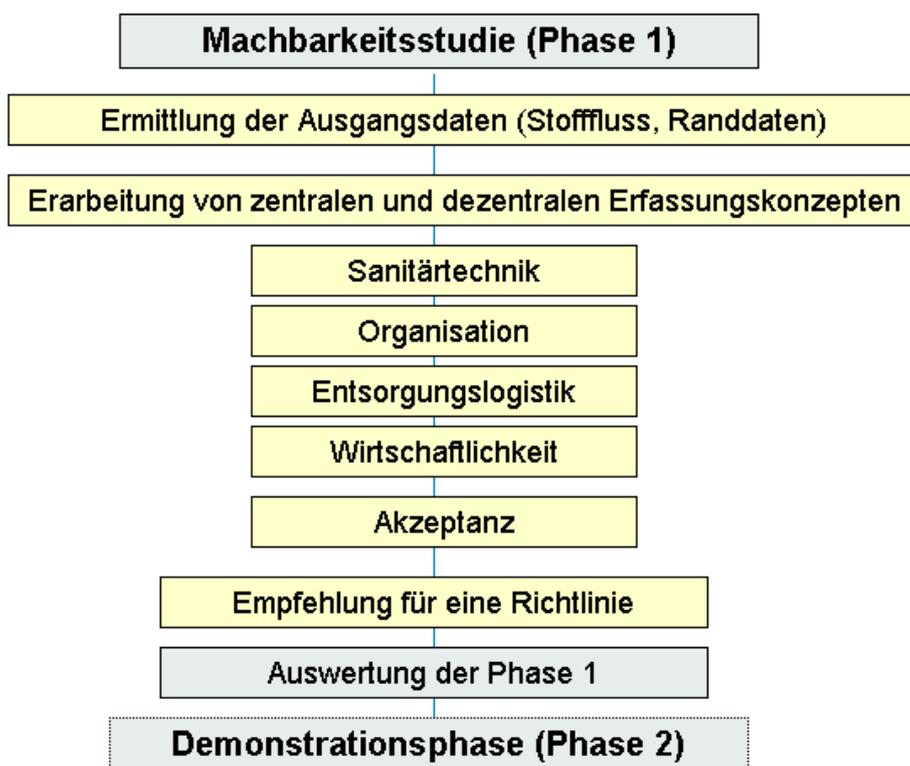
In diesem Abschlussbericht werden die Ergebnisse der Machbarkeitsstudie (1. Projektphase) vorgestellt und diskutiert.

¹ AOI ist ein Gruppenparameter für organische Iodverbindungen

2. Zielsetzung

Ziel des Projektes ist die Verminderung dieser Verbindungen im Abwasser von Krankenhäusern. Angesichts der zentralen Bedeutung von sauberem Trinkwasser für die Stadt ist diese Zielsetzung von großer Wichtigkeit. Um dieses Ziel zu erreichen, soll die 1. Projektphase als Entscheidungsgrundlage ein praktikables Erfassungskonzept für die getrennte Erfassung dieser Stoffgruppe erarbeiten. Das Modell soll exemplarisch umgesetzt werden. Die Kosten für das Erfassungskonzept werden ermittelt und eine mögliche gesetzliche Umsetzung als Richtlinie vorgeschlagen. Auf diese Weise erarbeitet das FE-Projekt mit den Projektphasen 1 und 2 die fachliche Grundlage für eine politische Entscheidung, diese getrennte Erfassung umzusetzen und damit die Verminderung der iodorganischen Verbindungen in größerem Masse zu erreichen.

Innerhalb der Machbarkeitsstudie wurden folgende Arbeitspakete bearbeitet:



3. Vorgehen im Projekt

▪ **Literaturrecherche**

Eine umfangreiche Literaturrecherche zu Röntgenkontrastmitteln wurde am Anfang des Projektes durchgeführt. Eigenschaften von RKM, Ausscheidung, Konzentrationen in der Umwelt, Toxizität, Verfahren zur Behandlung von iodhaltigen Lösungen, waren die Schwerpunkte der Recherche. In diesem Abschlussbericht werden nur spezifische Aspekte (Eigenschaften, Ausscheidung, Toxizität und Konzentrationen in Berliner Gewässern) vorgestellt (s. Kapitel 4). Die anderen Themen sind in der Diplomarbeit von Petra Schuster ([Schuster_2005]) ausführlich zusammengefasst und im Kompetenzzentrum Wasser Berlin erhältlich.

▪ **Datenerfassung (AP 1.2)**

In den ersten 6 Monaten der Studie wurden in beiden Krankenhäusern folgende Daten erfasst:

- Ablauf der Röntgenuntersuchungen
- Grundrisse
- Besichtigung der Krankenhäuser zur Kenntnisnahme der Räumlichkeiten und vorhandenen Sanitäreinrichtungen
- Patientendaten (Zahlen, Mobilität, Anzahl der Toilettengänge, Flüssigkeitsaufnahme – s. Anhang 2)
- RKM-Verbrauch (Einkaufsdaten) zur Stoffflussberechnung

▪ **Sanitärtechnik (AP 1.4)**

Informationen zu den existierenden Trenntoiletten wurden bei den Herstellern (in Deutschland und Europa) eingeholt. Insbesondere wurde Kontakt mit dem deutschen Hersteller Roediger Vakuum- und Haustechnik GmbH aufgenommen. Dadurch konnte auch eine existierende Anlage mit Vakuumtoiletten in einem Berliner Krankenhaus (Krankenhaus Vivantes Neukölln, Bereich Nukleartherapie) besichtigt werden.

Die technische Machbarkeit des Einbaus von Trenntoiletten wurde dann in Zusammenarbeit mit den technischen Abteilungen in beiden beteiligten Krankenhäusern geprüft.

▪ **Abwasseranalyse (AP 1.2)**

Zur Ergänzung der vorhandenen Daten über die Beschaffenheit des Abwassers wurde in jedem Krankenhaus eine Messkampagne in Zusammenarbeit mit den Berliner Wasserbetrieben (BWB) durchgeführt.

Universitätsklinikum Charité - Campus Virchow Klinikum:

Es wurden 10 Mischproben (anhand 80 einzelnen Stichproben) innerhalb von 10 Tagen (vom 28. Juni bis 9. Juli 2004) hergestellt.

Die Probenahme erfolgte in 8 Einleitungsstellen, die für den RKM-Eintrag relevant sind (Nr. 3, 4, 7, 8, 9, 10, 12 und 15, s. Anhang 9). Für jede Stelle wurde eine Stichprobe genommen, deren Volumen proportional mit dem Anteil am gesamten Abwasservolumen ist. Alle Stichproben wurden zusammengemischt, um eine Mischprobe zu erhalten, die repräsentativ für das Abwasser des Krankenhauses ist. Für die 10 Proben wurden im BWB-Labor folgende Parameter analysiert: AOX, AOI, CSB.

Maria Heimsuchung Caritas-Klinik Pankow:

Es wurden fünf 24h-Mischproben im Zeitraum 4.-8. Oktober 2004 genommen, um die AOX- und AOI-Konzentrationen zu ermitteln.

Die Ergebnisse werden im Kapitel 5 erwähnt, vollständige Daten sind im Anhang 8 bis 9 dargestellt.

▪ **Erarbeitung der Erfassungskonzepte (AP 1.3 und 1.6)**

Basierend auf den erfassten Daten wurden erste Skizzen für die 3 Erfassungskonzepte entwickelt. Durch Gespräche mit dem Stationspersonal (Schwestern und Stationsärzte) wurden diese Entwürfe bearbeitet, mit Hinsicht auf die organisatorischen Änderungen.

▪ **Workshop zur Bewertung der Erfassungskonzepte**

Nachdem die drei Erfassungskonzepte erarbeitet wurden, konnten diese Ergebnisse den Partnern vorgestellt werden, im Rahmen eines Workshops am 1. November 2004. Die drei Varianten wurden anhand einer systematische Nutzwertanalyse bewertet. Dadurch wurde eine erste Einstufung der Erfassungskonzepte möglich, unter Berücksichtigung der bisher erarbeiteten Parameter.

▪ **Entsorgung (AP 1.5)**

Der Entsorgungsablauf wurde für jedes Erfassungskonzept entwickelt, mit Vorstellung der verschiedenen Sammelsysteme, die sich anbieten. Die existierenden Forschungsprojekte zur Iodrückgewinnung wurden identifiziert. Es wurden Kontakte mit den Berliner Sonderabfallverbrennungsanlagen Schöneiche und Schwarzheide aufgenommen, sowie mit der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung zur Klärung der Klassifizierung von RKM als Rest- oder Sonderabfall. Diese Ergebnisse werden im Kapitel 6.4. ausführlich dargestellt.

▪ **Kostenberechnung (AP 1.7)**

Auf der Basis der erarbeiteten Konzepte wurden die Kosten ermittelt und die Möglichkeiten zur Verminderung der Kosten untersucht.

▪ **Akzeptanzinterviews (AP 1.8)**

Zum Abschluss der ersten Phase wurden Interviews zur Akzeptanz mit allen beteiligten Abteilungen in beiden Krankenhäusern durchgeführt. In jedem Krankenhaus wurden drei Gruppen befragt:

- **Medizinische Fachbereiche:** Leitung der Röntgentechnischen Assistenten, Pflegedienstleitung der betroffenen Stationen, Stationsärzte der betroffenen Stationen, Ärztliche/r Leiter/in der Röntgenabteilung
- **Technische Fachbereiche:** Verantwortliche/r für Haustechnik, Beauftragte/r für Arbeitssicherheit, Verantwortliche/r für Hygiene, Beauftragte/r für Umweltschutz und Abfall
- **Krankenhausleitung:** Pflegedienstleitung des Krankenhauses, Ärztliche Leitung des Krankenhauses, Verwaltungsleitung des Krankenhauses

Nach einer kurzen Vorstellung des Projektes und der wesentlichen Ergebnisse, wurden die Interviews anhand von einem einheitlichen Leitfaden durchgeführt (s. Anhang 18), mit zusätzlichen Fragen je nach Spezifität des Fachbereiches.

4. Röntgenkontrastmittel

4.1. Allgemeine Eigenschaften ([SCHUSTER_2005])

Iodorganische Röntgenkontrastmittel (RKM) werden zur Darstellung von Weichteilgeweben und Körperhöhlen verwendet. Sie werden häufig bei den Diagnostikverfahren der Angiographie, der Urologie und der Computertomographie (CT) angewendet. Dem Patienten werden im Durchschnitt 100 mL einer ca. 300 mg/mL Iod enthaltenden Kontrastmittelmenge appliziert. RKM sind stark hydrophile Stoffe, die in Kläranlagen kaum entfernt werden können und daher in die aquatische Umwelt eingetragen werden. Die Grundstruktur der iodierten RKM lässt sich auf die 2,4,6-Triiodbenzoesäure zurückführen [Hundesrügge_T_2000]. Es werden die ionischen und die nichtionischen Röntgenkontrastmittel unterschieden, dargestellt in Abbildung 1.

Röntgenkontrastmittel sind Substanzen, die die Röntgenstrahlung stärker oder schwächer als das Weichteilgewebe des Körpers absorbieren können. Wird die Strahlung schwächer absorbiert handelt es sich um negative Röntgenkontrastmittel, hierfür werden leicht resorbierbare Gase verwendet. Die positiven RKM absorbieren die Strahlung stärker als die Gewebe [Gartiser_S_1996]. Die positiven RKM werden in die hauptsächlich verwendeten iodhaltigen Kontrastmittel und in nichtiodhaltige KM (Bariumsulfat) eingeteilt (Abb. 2).

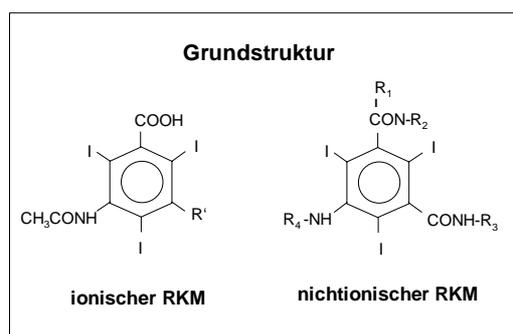


Abb. 1: Grundstruktur der RKM
 [Sprehe_M_2000]

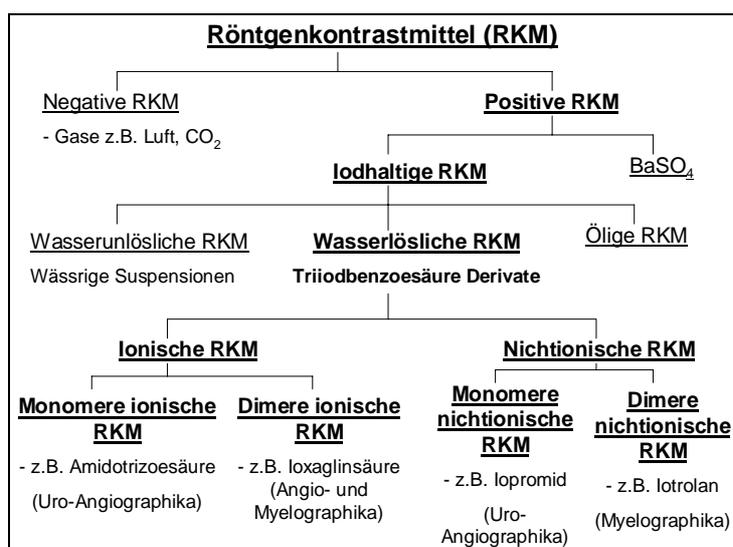


Abb. 2: Einteilung der RKM

Nichtionische RKM wurden Mitte der 80er Jahre entwickelt und werden heute hauptsächlich angewendet, da sie nebenwirkungsärmer sind [Wild_C_2003]. Handelsübliche RKM werden im Anhang 1 aufgelistet.

4.2. Kinetik ([SCHUSTER_2005])

In der Literatur findet man weitgehend übereinstimmende Daten zur Ausscheidung der Röntgenkontrastmittel.

Ausscheidungsdauer

Die applizierten RKM werden fast vollständig unmetabolisiert und innerhalb von 24 Stunden über die Nieren eliminiert. Es werden ca. 98 % der RKM mit dem Urin und 2 % mit dem Kot ausgeschieden [Sprehe_M_1999a].

Die in der Literatur von verschiedenen Autoren genannten Daten zur renalen RKM-Elimination reichen von 90-100 % und unterscheiden sich so nur um maximal 10 Prozent.

Der Großteil der in Krankenhäusern verwendeten Röntgenkontrastmittel wird innerhalb weniger Stunden nach den radiologischen Untersuchungen nahezu vollständig auf den Stationen ausgeschieden und als AOX angezeigt [ATV-M-775_2001].

Eine Ausnahme stellen oral aufgenommene RKM dar, die zum größten Teil zur Darstellung des Magen-Darm-Traktes dienen, sie werden hauptsächlich mit den Fäzes ausgeschieden.

Ausscheidungshalbwertszeit

Bei normaler Nierenfunktion werden in ca. 2 Stunden 50% der applizierten RKM ausgeschieden [Hundesrügge_T_2000, Sprehe_M_1999, Schröder_H_1999].

Bei älteren Patienten kann sich aufgrund der reduzierten glomerulären Filtrationsrate² die Halbwertszeit verlängern [Hartwig_P_1989].

Urinmenge

Der Mensch scheidet am Tag durchschnittlich 1,5 L/d Urin aus [Mutschler_E_1996, Sprehe_M_2000]. Im PSCHYREMBEL wird die tägliche Harnmenge mit 1-1,5 L je nach Trinkmenge angegeben [Pschyrembel_2002]. TRUNGIGER gibt die minimalen normalen Wasserverluste beim Gesunden mit 1,7 L/d an. Davon werden ca. 0,8 L als Urin und 0,1 L mit den Fäzes ausgeschieden, die restlichen 0,8 L werden über die Haut und die Lungen abgegeben [Trungiger_B_2001]. Ältere Menschen nehmen in der Regel geringere Flüssigkeitsmengen zu sich als Jüngere. Bei den meisten älteren Menschen ab ca. 65 Jahren sinken die renale Konzentrationsfähigkeit und auch das Durstgefühl, so dass sie weniger Flüssigkeit zu sich nehmen [Trungiger_B_2001].

Herstellerangaben zur RKM-Ausscheidung

Im Rahmen der Literaturrecherche wurden verschiedene Hersteller von Röntgenkontrastmitteln zur Ausscheidung ihrer Produkte befragt. Wie in der Literatur wird

² das pro Zeiteinheit in sämtlichen Glomeruli abgepresste Filtratvolumen (Primärharn);

Im frühen Erwachsenenalter beträgt es beim Mann 125 mL/min und bei der Frau 110 mL/min. Pro Tag werden somit etwa 180 L Primärharn produziert. Mit zunehmendem Alter nimmt die glomeruläre Filtrationsrate kontinuierlich ab. Bei Menschen im Alter von 70 Jahren liegt sie etwa bei der Hälfte der Werte des frühen Erwachsenenalters [Mutschler_E_1996]

eine Ausscheidungshalbwertszeit von 2h angegeben, mit einer renalen Ausscheidung von 90 bis 98% in 24h (detaillierte Daten in [Schuster_2005]).

Berechnung der renalen RKM-Ausscheidungsrate

Um die in den Partnerkrankenhäusern verwendeten Röntgenkontrastmittel bilanzieren zu können, wurde die RKM-Ausscheidungskinetik in einem Modell dargestellt. Aufgrund der dargestellten sich geringfügig unterscheidenden Daten zur Ausscheidungskinetik, wurden folgende Annahmen zur Berechnung getroffen:

- Die Eliminationshalbwertszeit beträgt 2 Stunden. Nach 24 Stunden sind 98 % der applizierten RKM mit dem Urin ausgeschieden.
- Für die RKM Ultravist® und Imeron®³ wurde von Herstellerseite der Eliminationswert von 98 % nach 24 Stunden bestimmt. Da diese beiden Kontrastmittel in beiden Krankenhäusern in großen Mengen verwendet werden, wurde die Modellrechnung, dargestellt in Tabelle 1 und Abb. 3, auf diesen Wert bezogen.

Tabelle 1 - Berechnete renale RKM-Ausscheidungsrate

Zeit nach der Applikation [h]	Renale Ausscheidungsrate [%]
0	0,00
2	49,00
4	73,50
6	85,75
8	91,88
10	94,94
12	96,47
14	97,23
16	97,62
18	97,81
20	97,90
22	97,95
24	97,98

³ für Imeron® findet sich in der Fachinformation nur die Angabe: Iomeprol wird unverändert und nahezu vollständig durch glomeruläre Filtration ausgeschieden, wobei 50 % der injizierten Dosis während der ersten 2 h nach der Injektion mit dem Urin ausgeschieden werden.

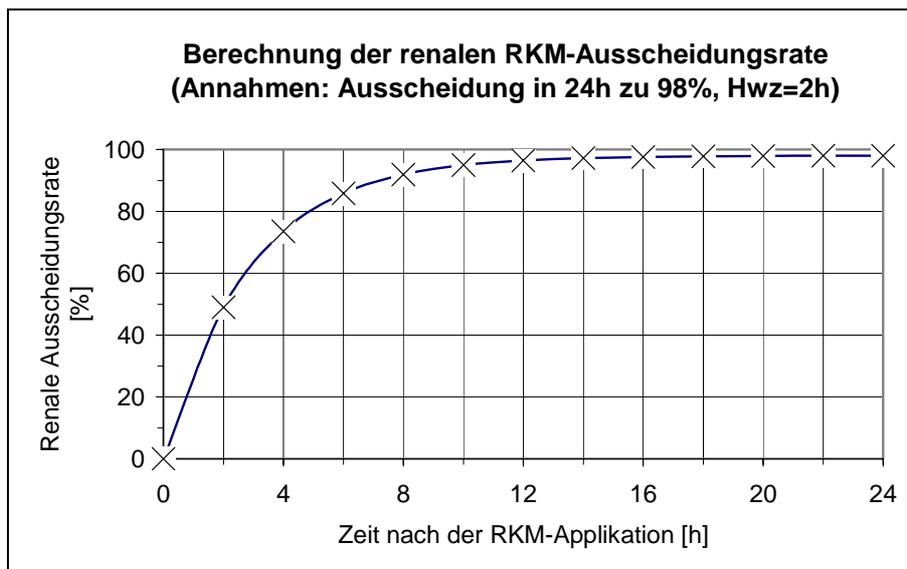


Abb. 3: Berechnete renale Ausscheidungsrate [Imeron®]

4.3. Konzentrationen in Berliner Gewässern ([SCHUSTER_2005])

Zu einer erhöhten Gewässerbelastung durch RKM kann es insbesondere in Gebieten kommen, in denen es viele Röntgeneinrichtungen gibt und in denen intensive medizinische Forschungsarbeit geleistet wird. Berlin stellt einen solchen Belastungsschwerpunkt dar. Die Verteilung der Röntgenkontrastmittel und des davon abgeleiteten AOI-Wertes ist in Abbildung 4 für Berlin am Beispiel der Kläranlage Schönerlinde und des Tegeler Sees dargestellt.

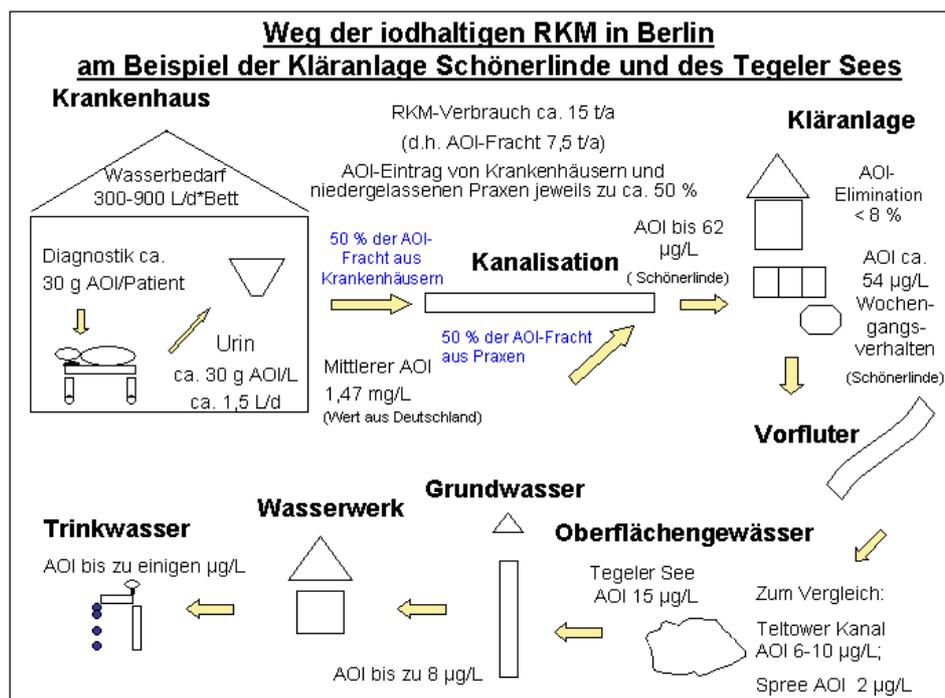


Abb. 4: Verteilung der RKM in Berlin, am Beispiel der Kläranlage Schönerlinde und des Tegeler Sees (nach [Schuster_2005])

Die AOI-Jahresfracht ist in der Hauptstadt nicht gleichmäßig verteilt, der größte Anteil von 70 % fällt in den Kläranlagen Schönerlinde und Ruhleben an [Jekel_M_1998].

In Kläranlagenabläufen wurden AOI-Konzentrationen von 24 bis zu maximal 100 µg/L gemessen. Die geringsten Konzentrationen traten dabei immer an Montagen auf [Oleksy-Frenzel_1995]. Dies verdeutlicht, dass die Ursache der erhöhten AOI-Werte auf die RKM zurückzuführen ist, da diese Untersuchungen in der Regel nur in der Woche stattfinden.

Die mittlere AOI-Belastung des Tegeler Sees beträgt 15 µg/L, weiterhin konnten hier 7,5 % des gesamten AOI in Form der beiden Einzelstoffe Iopromid und Amidotrizoesäure nachgewiesen werden [Wischnack_S_2000]. Im Teltowkanal wurde eine AOI-Konzentration von 6-10 µg/L gemessen, vermutlich ist aber diese Konzentration höher, da zum Beprobungszeitpunkt keine Einleitungen aus der Kläranlage Ruhleben stattfanden [Jekel_M_1998, Wischnack_S_1998]. In der Spree konnte keine Erhöhung des AOI-Wertes nachgewiesen werden, es wurden 2 µg/L gemessen [Jekel_M_1998, Wischnack_S_1998].

Die durchschnittliche AOI-Belastung des Trinkwassers der Berliner Wasserwerke beträgt 1-3 µg/L mit Spitzen um 7 µg/L [Wischnack_S_2000a].

4.4. Toxizität ([SCHUSTER_2005])

Röntgenkontrastmittel sind im Allgemeinen für den Menschen gut verträglich. In Ausnahmefällen kann es zu allergoiden Reaktionen aber auch zu schwereren Gegenwirkungen bis hin zu lebensbedrohlichen anaphylaktoiden Reaktionen⁴ kommen. Eine mögliche Nebenwirkung kann auch eine Beeinträchtigung der Nierenfunktion betreffen. In seltenen Fällen sind auch Spätreaktionen, im Zeitraum von bis zu einer Woche, möglich [Wild_C_2003]. Überempfindlichkeitsreaktionen wurden vor allem bei parenteraler⁵ Applikation beobachtet [Mutschler_E_1996].

Die nichtionischen iodierten RKM, die heute zum Großteil verwendet werden, sind für den Patienten besser verträglich als die ionischen RKM [BfArM_2000]. Die nichtionischen Substanzen und einige dimere RKM haben eine deutlich niedrigere Osmolarität⁶ als die ionischen Präparate. Die Osmolarität der ionischen RKM ist etwa 5-8 mal höher als die des Blutes. So besteht vor allem bei höheren Dosierungen die Gefahr von Störungen des Wasser- und Elektrolythaushaltes [Mutschler_E_1996].

Untersuchungen zur Ökotoxizität von RKM wurden von Herstellern durchgeführt. Es wurden aquatische Kurzzeittests mit Bakterien, Algen, Flohkrebse (Daphnia magna) und Fischen durchgeführt, weiterhin der chronische Daphnienreproduktionstest und medizinische Verträglichkeitsprüfungen mit Mäusen und Ratten. Ergebnis dieser Untersuchungen war, dass RKM auch bei hoher Überdosierung eine sehr geringe akute und keine chronische Toxizität aufweisen [Sprehe_M_2000]. Diese Versuche wurden mit RKM-Konzentrationen im g/L-Bereich durchgeführt. In Tabelle 2 sind Toxizitätsdaten der nichtionischen RKM Iopentol, Iohexol und Iodixanol dargestellt [Hundesrügge_T_2000].

Tabelle 2: Toxizitätsdaten einiger nichtionischer RKM

RKM-Wirkstoff	Iopentol	Iohexol	Iodixanol
Handelsname (Hersteller: Nycomed Amersham)	Imagopaque®	Accupaque®	Visipaque®
Akute Toxizität Ratte LD-50 [g l/kg KG]	11,7	15,0	21,0
Akute Toxizität Maus LD-50 [g l/kg KG]	21,9	24,3	21,0
Bakterien Toxizität DIN 38 412, EC-10	> 10,0 g/L	1,1 g/L	> 10,0 g/L
Bakterien Toxizität DIN 38 412, EC-50	-	11,0 g/L	-
Algtoxizität OECD 201, EC-50	> 3,2 g/L	> 3,2 g/L	> 3,2 g/L
Daphnientoxizität OECD 202, EC-50	> 3,2 g/L	> 3,2 g/L	> 2,5 g/L
Fischtoxizität Goldorfe, OECD 203, LC-50	> 10,0 g/L	> 10,0 g/L	> 10,0 g/L
Mutagene Wirkung in vitro	n.n.	n.n.	n.n.
Mutagene Wirkung in vivo	n.n.	n.n.	n.n.

⁴ Anaphylaxie: erworbene Überempfindlichkeit gegen (artfremde) Eiweißstoffe, mit denen schon vorher einmal Kontakt bestand, oft mit letaler Reaktion [Fachwörterbuch_1984]

⁵ parenteral: unter Umgehung des Magen-Darm-Traktes, d.h. durch subkutane, intramuskuläre oder intravenöse Injektion bzw. Infusion [Pschyrembel_2002]

⁶ Osmolarität: molare Menge der gelösten, osmotisch wirksamen Teilchen pro Liter Lösung, Einheit: osm/l [Pschyrembel_2002]

In aquatischen Kurzzeittests mit Algen, Bakterien, Daphnien und Fischen sind RKM im Konzentrationsbereich von **1-10 g/L** nicht ökotoxisch [Gartiser_S_1999].

Auch Untersuchungen der Firma Schering AG kamen zu dem Ergebnis, dass RKM in Kurzzeittests im Konzentrationsbereich bis 10 g/L keine Effekte an Organismen hervorrufen. Eine Ausnahme bildete das seltene und in geringen Mengen angewendete Gallenblasenröntgenkontrastmittel Natrium-Iopodat. Bei Flohkrebse wurde eine nennenswerte Toxizität von Natrium-Iopodat nach 48 Stunden bei einer effektiven Konzentration von 64 mg/L ($EC_{50/48h} = 64 \text{ mg/L}$) festgestellt. In Langzeittests mit Flohkrebse in Bezug auf die Vermehrungsrate und das Überleben wurden bis zur höchsten getesteten Konzentration von 1 g/L keine Effekte festgestellt. Weiterhin wurden RKM auf ihr fruchtschädigendes Potential untersucht, wobei sich diesbezüglich keine Anhaltspunkte ergaben [Steger-Hartmann_T_2000].

Weitere Untersuchungen der Schering AG wurden mit einem Metaboliten von Iopromid, dem freien Amin von Iopromid (CAS Nr. 154361-51-0) durchgeführt. Im akuten Toxizitätstest mit Flohkrebse wurde die effektive Konzentration $EC_{50/48h} > 1 \text{ g/L}$ bestimmt. Im Wachstumshemmungstest mit der Grünalge *Scenedesmus subspicatus* wurden bei einer Konzentration von 500 mg/L freiem Amin von Iopromid nach 72 Stunden leichte Hemmungen von 2 % festgestellt. Bei der höchsten getesteten Konzentration von 1000 mg/L war eine Hemmung von 8 % nachweisbar. Auf den Zebraäbrbling war freies Amin im akuten Toxizitätstest über 96 Stunden nicht toxisch bis zu einer Konzentration von 92,2 mg/L. Mit jungen Zebraäbrblingen wurden Frühentwicklungstoxizitätsstudien durchgeführt, dabei wurde eine $EC_{50} > 100 \text{ mg/L}$ und ein $NOEC^7 \geq 100 \text{ mg/L}$ bestimmt. STEGER-HARTMANN et al. kamen zu dem Ergebnis, dass Iopromid und sein zuerst gebildeter Metabolit nicht ökotoxisch sind [Steger-Hartmann_T_2002].

Nach Herstellerangaben gelten die RKM hinsichtlich ihrer Umweltauswirkungen als unbedenklich: es wurde nur eine sehr geringe akute und keine chronische Toxizität beobachtet. Aus ökologischer Sicht ist die Persistenz und die Stabilität der RKM jedoch als kritisch zu beurteilen [Sprehe_M_1999]. Röntgenkontrastmittel sind stark hydrophil und schwer abbaubar. Die Bioakkumulation der Reinstoffe ist als gering einzustufen. Sie besitzen eine hohe Mobilität im Boden und somit ein hohes Grundwassergefährdungspotential [Wischnack_S_2000b]. Aufgrund ihrer Polarität und Persistenz werden sie in die aquatische Umwelt eingetragen. Die Gefährlichkeit der RKM bleibt also umstritten [Sprehe_M_1999].

Die Kommission zur Bewertung wassergefährdender Stoffe (KBwS) teilt in der Verwaltungsvorschrift wassergefährdende Stoffe vom 17. Mai 1999 viele Stoffe aufgrund ihrer Gefährlichkeit in drei Wassergefährdungsklassen (WGK) ein:

- WGK 3: stark wassergefährdend
- WGK 2: wassergefährdend
- WGK 1: schwach wassergefährdend.

Die RKM Iohexol (Kenn-Nr. 1932), Iopentol (Kenn-Nr. 1933) und Iodixanol (Kenn-Nr. 1934) werden der Wassergefährdungsklasse 1 zugeordnet [VwVwS_1999].

Die Grundsätze der europäischen und damit auch der deutschen Umweltpolitik beruhen auf drei Prinzipien, dem Vorsorge-, dem Kooperations- und dem Verursacherprinzip. Gemäß

⁷ NOEC: No Observed Effect Concentration

dem Vorsorgeprinzip sollten die schwer abbaubaren Röntgenkontrastmittel nicht in die aquatische Umwelt eingetragen werden, um mögliche negative Folgen auszuschließen.

In dem **Merkblatt 775 der ATV-DVWK** „Abwasser aus Krankenhäusern und anderen medizinischen Einrichtungen“ [ATV-M-775_2001] wird zur ökologischen Bewertung der RKM hingewiesen, dass nicht mit akuttoxischen Effekten zu rechnen ist, was die Originalsubstanzen betrifft. Jedoch sollte nach dem Vorsorgeprinzip „der Eintrag persistenter organischer Verbindungen in die Umwelt minimiert werden, da aufgrund deren längerer Aufenthaltszeit in der Umwelt nicht ausgeschlossen werden kann, dass weitere, bislang unbekannte Effekte auftreten. Hinzu kommt, dass die unter bestimmten Bedingungen gebildeten Metabolite bisher nicht ausreichend identifiziert sind und ihre Langzeitwirkungen daher ebenfalls noch unbekannt sind.“

5. Die beteiligten Krankenhäuser

5.1. Die beteiligten Krankenhäuser als Beispiel für das Krankenhauswesen

Krankenhäuser haben auf Grund eines Anteils von 50% an den RKM-Emissionen (siehe Kapitel 4.3) eine wesentliche Bedeutung hinsichtlich der Minimierung iodorganischer Gewässerbelastungen. Im Vergleich zu den ambulanten Einrichtungen, in denen RKM emittiert werden, ist die Anzahl der Krankenhäuser überschaubar. Als punktuelle Quellen für die RKM-Emissionen eignen sich daher Krankenhäuser in besonderem Maße für die Untersuchung von Konzepten für eine getrennte Erfassung.

Im Jahr 2002 gab es in Deutschland 2.221 Krankenhäuser sowie 1.343 Vorsorge- und Rehabilitationseinrichtungen [Statistisches Bundesamt 2004]. Von den 2.221 Krankenhäusern befanden sich 817 in öffentlicher Trägerschaft, 877 wurden freigemeinnützig und 527 privat betrieben.

Die Größe der Krankenhäuser schwankt stark. Die Abbildung 5 zeigt die Aufteilung der Krankenhäuser hinsichtlich der aufgestellten Betten.

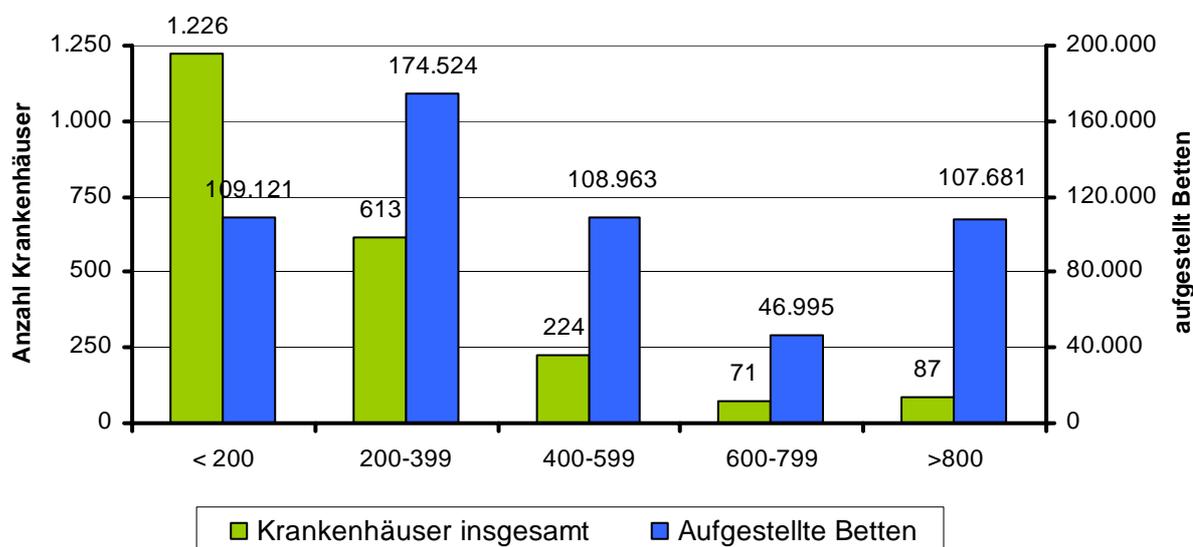


Abb. 5: Krankenhäuser in Deutschland nach Bettengrößenklassen

In Zukunft wird sich der derzeit laufende Konsolidierungstrend im Krankenhausmarkt fortsetzen, so dass mit einer abnehmenden Anzahl an Krankenhäusern bei steigender mittlerer Größe je Krankenhaus zu rechnen ist. Die Bedeutung der mittleren und großen Krankenhäuser für die medizinische Leistung und auch für die damit verbundenen Umweltbeeinflussungen wird somit zunehmen.

Im Jahr 2002 waren in Berlin 67 Krankenhäuser mit insgesamt 21.404 aufgestellten Betten zu verzeichnen. Die Bettenauslastung betrug 82,7 % bei einer mittleren Verweilzeit je Patient von 9,3 Tagen.

Die am Projekt beteiligten Krankenhäuser stehen beispielhaft für das Krankenhauswesen in Deutschland:

Die Charité ist Europas größtes Universitätsklinikum. Im Jahr 2004 standen an vier Standorten in Berlin 3.733 Betten zur Verfügung⁸. Im Projekt wurde lediglich der Standort Virchow Klinikum der Charité betrachtet, an dem 1.199 Betten aufgestellt waren. Der Standort repräsentiert damit ca. 6 % der Berliner Krankenhausbetten. Als Universitätsklinikum ist die Charité zuständig für die Maximalversorgung der Berliner Patienten sowie für Lehre und Forschung. Alle Fachdisziplinen sind an der Charité - CVK auf hohem medizinischen Niveau vertreten. Die Charité - Campus Virchow Klinikum steht somit beispielhaft für Krankenhäuser der Bettengrößenklasse > 800 Betten.

Die Radiologie der Charité - CVK ist Teil der Klinik für Strahlenheilkunde. Wesentliche diagnostische Untersuchungen für das Klinikum werden in der zentral auf dem Campus gelegenen Einrichtung durchgeführt. Sämtliche diagnostische Verfahren wie konventionelle Röntgendiagnostik, moderne Schnittbildverfahren inkl. Magnetresonanztomographie, Ultraschall- und Dopplerdiagnostik, angiographische Diagnostik sowie interventionell-therapeutische Verfahren stehen zur Verfügung.

Von besonderer Bedeutung für den Einsatz und die Emissionen von iodorganischen Röntgenkontrastmitteln sind die Computertomographiegeräte (CT-Geräte). Je nach diagnostischer oder interventionell-therapeutischer Aufgabenstellung werden an CT-Geräten regelmäßig und in großen Mengen RKM eingesetzt. Im Jahr 2003 gab es in Deutschland 1.101 CT-Geräte an insgesamt 893 Krankenhäusern [Statistisches Bundesamt 2004]. Die Radiologie der Charité - CVK verfügt über 4 CT-Geräte. 2 dieser Geräte werden routinemäßig von 07:30 bis 22:30 Uhr in der Diagnostik unter Einsatz von großen RKM-Mengen eingesetzt. Das Projekt hat sich insbesondere auf die Untersuchung dieser CT-Geräte konzentriert.

Die Maria Heimsuchung Caritas-Klinik Pankow wird durch einen freigemeinnützigen Träger betrieben. Mit 245 Betten fällt das Krankenhaus in die Bettengrößenklasse 200-399. Diese Klasse hat mit 32 % den größten Anteil an den in Deutschland im Jahr 2002 aufgestellten Betten. Mit den Fachabteilungen Innere Medizin, Chirurgie und Geburtshilfe/Gynäkologie steht die Caritas-Klinik Pankow für ein typisches Haus der medizinischen Grundversorgung.

In der Radiologie der Caritas-Klinik Pankow steht 1 CT-Gerät zur Verfügung, an dem Diagnostik unter Einsatz von RKM durchgeführt wird. Dieses Gerät bildet den Schwerpunkt für den Einsatz von RKM im Haus und steht damit auch im Zentrum der Untersuchungen im Projekt.

⁸ Angaben Charité Universitätsklinikum Berlin

5.2. Aufkommen und Verbleib von RKM im Krankenhaus

In den beteiligten Krankenhäusern wurden Input und Output der mit der Anwendung von RKM verbundenen Mengen an iodorganischen Substanzen ermittelt. Für die Verbrauchsdaten wurde dabei wenn möglich auf verfügbare Einkaufsdaten zurückgegriffen. Der Output wurde auf der Basis von Untersuchungsergebnissen in der Radiologie berechnet sowie durch beispielhafte Abwasseranalysen untersucht.

5.2.1. Charité - Campus Virchow Klinikum

5.2.1.1. Input - RKM-Beschaffung

In der Charité stehen aussagefähige Verbrauchsdaten aus der Materialwirtschaft zur Verfügung. Den Daten kann entnommen werden, wie viel RKM beschafft und an welche Verbrauchsstellen im Haus die Mengen verteilt wurden. Unter Berücksichtigung der spezifischen Iodgehalte der eingesetzten Produkte wurden die Verbrauchsmengen auf eine entsprechende Iodfracht umgerechnet.

In Summe wurde im betrachteten Zeitraum von einem Jahr eine Iodmenge von ca. 900 kg über die RKM verbraucht. Ein Schwerpunkt im RKM-Verbrauch liegt wie vermutet im Bereich der Computertomographie. Ca. 1/3 der Fracht wird an dieser Stelle appliziert. Entgegen der Annahmen zu Projektbeginn gibt es eine ganze Reihe weiterer bedeutender Verbrauchsstellen, wie die Abbildung 6 zeigt. Die vier Hauptverbraucher CT, Herzkatheterbereich, Angiozeile und Embolisation wenden in Summe 82 % der RKM, berechnet als Iodfracht, an.

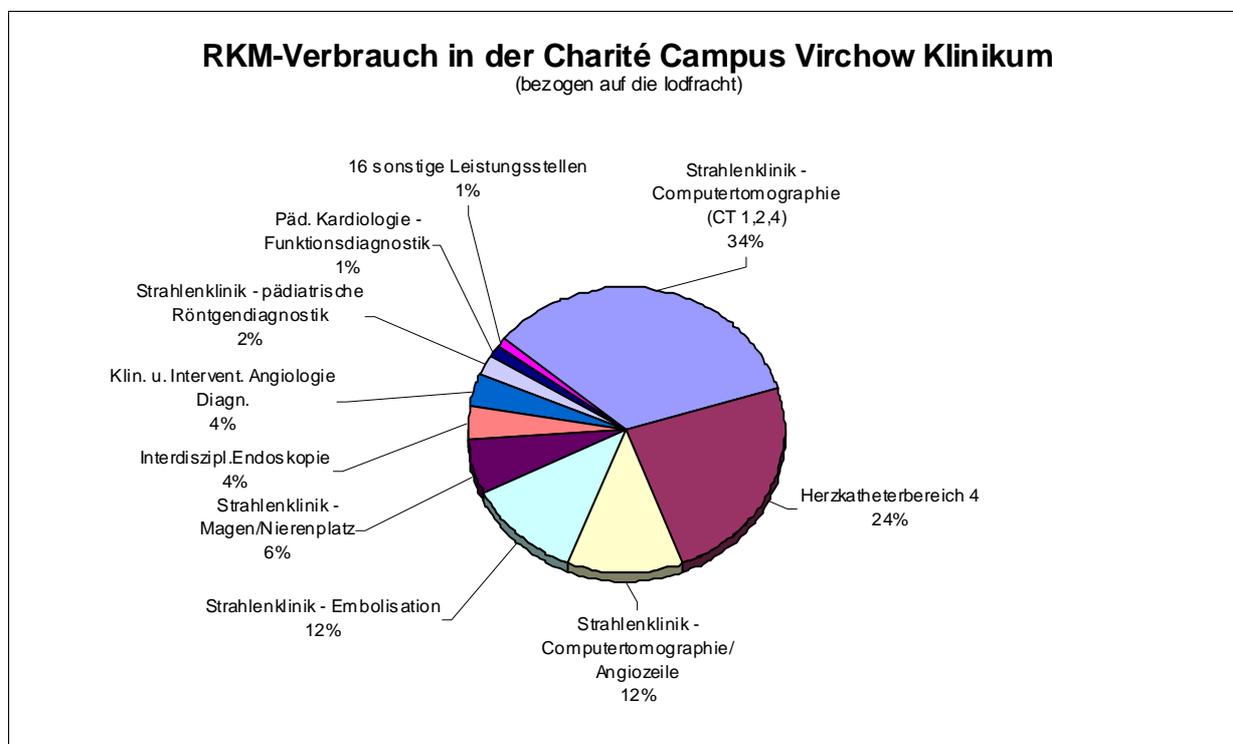


Abb. 6: RKM-Verbrauch in der Charité - Campus Virchow Klinikum (Mai 2003 bis April 2004)

5.2.1.2. Output

Dem Verbrauch an RKM stehen entsprechende Emissionen gegenüber. Im Projekt wurde neben den Abwasseremissionen auch der Austrag an RKM über den Abfall sowie durch Patienten, die das Krankenhaus unmittelbar nach der RKM-Applikation wieder verlassen, berücksichtigt. Die Untersuchungen wurden jeweils auf die Radiologie begrenzt, so dass sich alle Angaben nur auf diesen Bereich beziehen.

5.2.1.2.1. Emissionen ins Abwasser

Zur Gegenüberstellung mit den Ergebnissen der Stoffstromanalyse wurden Abwasserdaten ermittelt. Im Rahmen der Überwachung der Abwassereinleitungen durch die Berliner Wasserbetriebe⁹ wurden in der Vergangenheit stichprobenartig AOX-Werte ermittelt, die in den Jahren 2000 bis 2003 zwischen 15 µg/L und 940 µg/L (Mittelwert der Messungen 261 µg/L) lagen (s. Anhang 9).

Aufgrund der wenig repräsentativen Daten wurde im Projekt eine Messkampagne in Zusammenarbeit mit den BWB durchgeführt. Die Probenahme erfolgte in acht ausgewählten Einleitungsstellen, in denen auf Grund der angebundenen medizinischen Bereiche mit einer RKM-Emission zu rechnen ist¹⁰. Für jede Stelle wurde täglich eine Stichprobe genommen, deren Volumen proportional zum Anteil an der Gesamtmenge war. Alle Stichproben wurden gemischt, um eine Probe zu erhalten, die repräsentativ für das Krankenhausabwasser ist. In Summe wurden 10 Mischproben an 10 auf einander folgenden Werktagen im Zeitraum vom 25.06.04 bis zum 08.07.04 genommen (siehe Anhang 10).

Analysiert wurden neben AOX und AOI die Parametern CSB, DOC, Chlorid und der pH-Wert. Die Ergebnisse der Messkampagne werden in Abb. 7 dargestellt.

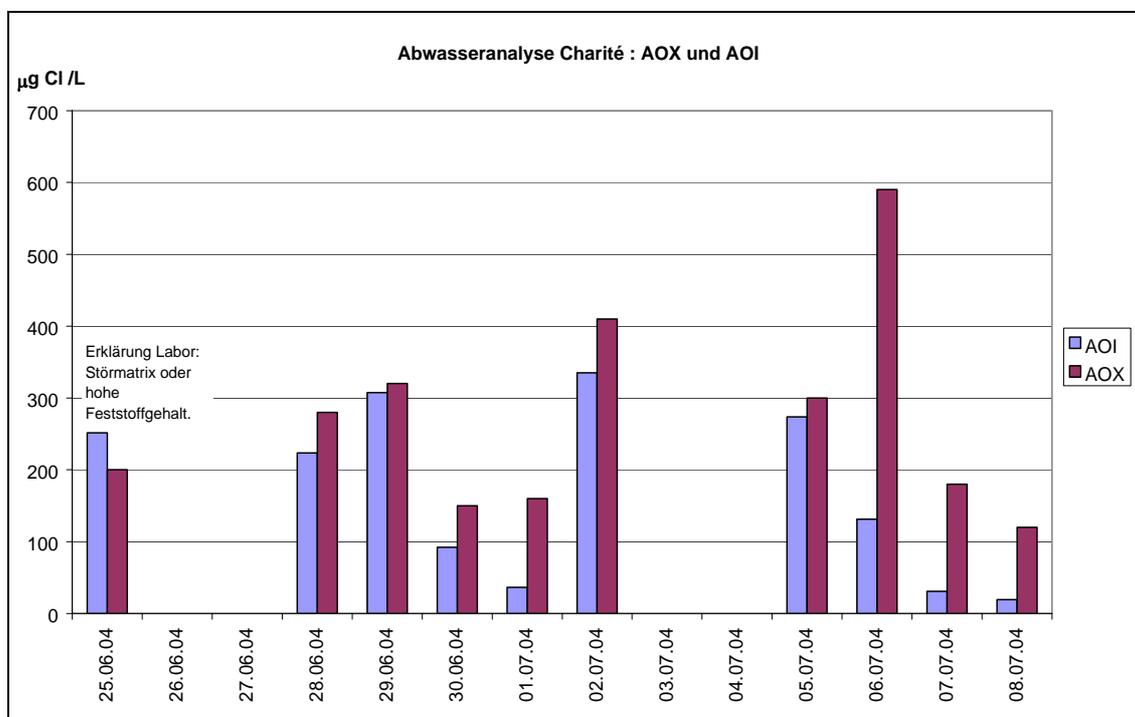


Abb. 7: AOX- und AOI-Konzentrationen (Messkampagne Charité 2004)

⁹ Frau Herrndorf, BWB, Einleiterüberwachung, Gespräch am 2.6.2004

¹⁰ Herr Gehde, Betriebstechniker Campus Virchow Klinikum, Gespräch am 9.6.2004

Die AOX-Konzentrationen schwanken zwischen 120 und 590 µg Cl/L und liegen alle unter dem Konzentrationsgrenzwert der BWB (1.000 µg Cl/L).

AOI, also der auf Iodverbindungen zurückzuführende Anteil, stellt den Hauptanteil an AOX dar. Die AOI-Konzentrationen schwanken zwischen 31 und 335 µg Cl/L. Die Abwassermengen wurden in dem Zeitraum der Messkampagne nicht ermittelt, daher konnte die AOI-Fracht mit dem Iodverbrauch nicht verglichen werden.

5.2.1.2.2. Emissionen über den Abfall

Bei CT-Untersuchungen anfallende Restmengen i.v. verabreichter RKM werden mit dem Abfall entsorgt. Dieser Anteil kann mit annähernd 200 mL pro Tag¹¹ abgeschätzt werden. Bei einem Verbrauch an RKM von ca. 2.500 mL pro Tag entspricht diese Restmenge einem Anteil von ca. 8% der Gesamtmenge.

Eine weitere Form der Emission von RKM über den Abfall besteht in der Entsorgung von Windeln o.ä., mit denen inkontinente RKM-Patienten versorgt werden. Von einer detaillierten Studie dieses Outputpfades wurde im Rahmen der Untersuchungen an der Charité abgesehen.

5.2.1.2.3. Ambulante Patienten

Ambulante Patienten verlassen im Allgemeinen das Krankenhaus bereits nach der CT-Untersuchung, so dass die applizierten RKM nicht in das Krankenhausabwasser eingetragen werden. Im Untersuchungszeitraum wurden an den zwei untersuchten CT-Geräten pro Woche durchschnittlich 21 ambulante Patienten untersucht. Bei einer Gesamt-Patientenzahl von durchschnittlich 120 RKM-Patienten pro Woche entspricht dies einem Anteil von 15 %.

5.2.1.3. Stofffluss in der Charité - CVK

Zur Darstellung des Iodflusses in der Charité - CVK wurden die jährlichen RKM-Verbrauchsdaten aus Kapitel 4.2.1.2.1 auf den Zeitraum von einer Woche bezogen. Alle Angaben für die Radiologie beziehen sich auf die Auswertung der Patientendaten im Untersuchungszeitraum. In dieser Zeit wurde den Patienten in der Radiologie eine Iodmenge von insgesamt 5.554,5 g appliziert. Die Differenz zum durchschnittlichen Verbrauch von ca. 5.950 g Iod pro Woche ist plausibel, da in dem Zeitraum weniger Patienten als im Durchschnitt untersucht wurden. Unter Berücksichtigung der oben genannten Output-Faktoren ergibt sich der in Abb. 8 dargestellte Stoffstrom.

Die Iodmenge von 16.978,1 g/Woche verteilt sich auf 25 Leistungsstellen, wobei der Bereich Computertomographie mit einem Iodanteil von 5.554,5 g/Woche (ca. 33 % des gesamten Verbrauchs) als Hauptverbraucher der RKM hervorgeht. Anhand der Patientenzahlen kann die im CT-Bereich applizierte Iodmenge den jeweiligen Patientengruppen zugeordnet werden. Den stationären Patienten wurde in Summe 2.712,3 g/Woche Iod verabreicht. Dies entspricht einem Anteil von ca. 49 % der im CT-Bereich applizierten RKM. Für die ambulanten Patienten ergibt sich ein Iod-Anteil von annähernd 16 %. Die übrigen Iodmengen verteilen sich auf die Patienten der Ersten Hilfe/Rettungsstelle (16 %) und sonstigen Polikliniken (19 %).

¹¹ Brief Dr. A. Beck vom 5.8.2004

Stofffluss Jod in [g] bezogen auf 1 Woche (Mittelwert)

(Untersuchungszeitraum 26.07.04 – 8.08.04)

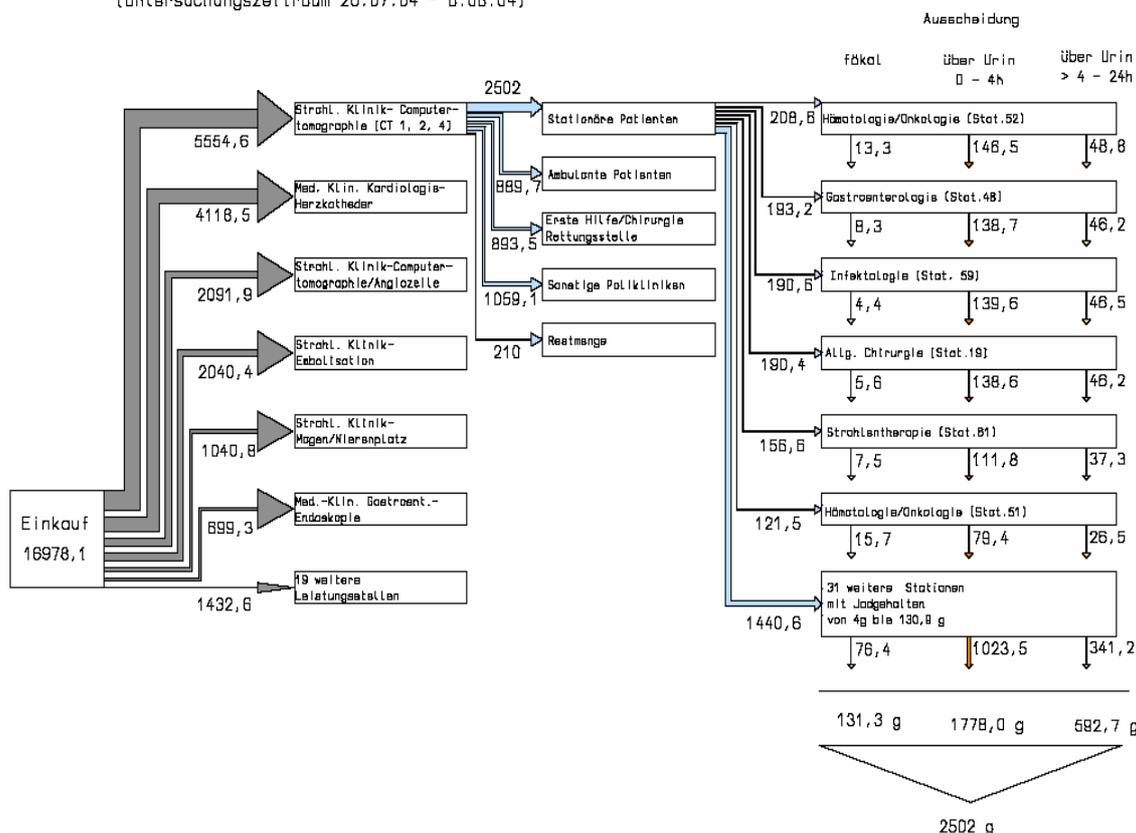


Abb. 8: Iodstofffluss im Universitätsklinikum Charité - Campus Virchow-Klinikum

Die Patientendaten ermöglichen eine genaue Zuordnung der stationären Patienten zu den entsprechenden Stationen. Die Grafik verdeutlicht, dass im Rahmen der Untersuchungswochen stationäre Patienten von insgesamt 37 Stationen an den CT-Geräten mit RKM untersucht wurden. Zu den Schwerpunktstationen, welche den höchsten RKM-Verbrauch in dieser Zeit aufweisen, zählen Hämatologie/Oncologie (Stat. 51, 52), Gastroenterologie (Stat. 48), Infektologie (Stat. 59), Allgemeine Chirurgie (Stat. 19) sowie Strahlentherapie (Stat. 61).

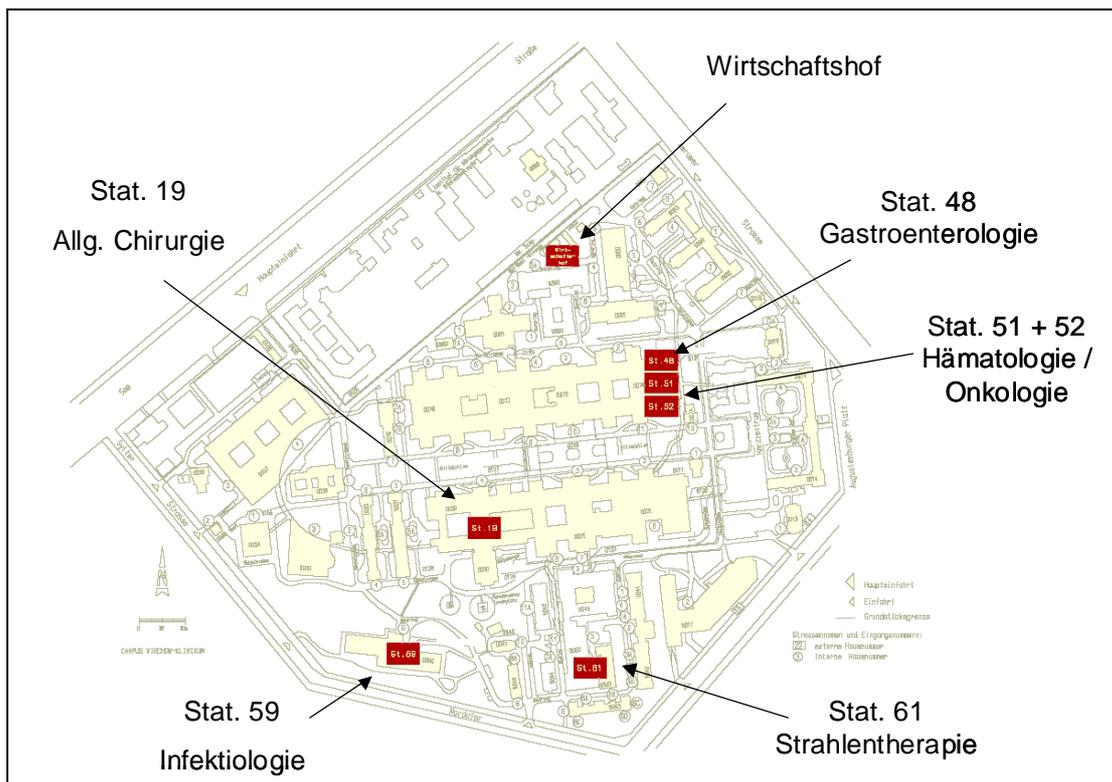


Abb. 9: Schwerpunktstationen auf dem Campus Virchow-Klinikum

5.2.2. Caritas-Klinik Pankow

5.2.2.1. Input - RKM-Beschaffung

Da in der Caritas-Klinik Pankow keine Einkaufsdaten verfügbar waren, konnten allein über die Auswertung der Verbrauchsdaten in der Radiologie Aussagen zum RKM-Verbrauch gemacht werden. Es ist damit zu rechnen, dass über die im Folgenden dargestellten Verbräuche weitere RKM in unbekannter Menge appliziert werden. Die Ansprechpartner der Caritas-Klinik Pankow schätzen die außerhalb der Radiologie verbrauchten Mengen als untergeordnet (< 10 %) ein. Der jährliche Verbrauch der Radiologie in 2003 wurde wie folgt ermittelt.

Tabelle 3: RKM-Jahresverbrauch der Radiologie in Caritas-Klinik (2003)

	Flasche	Anzahl	RKM-Menge (mL)
Imeron 300	100 mL	630 Flaschen	63.000
Imeron 300	50 mL	80 Flaschen	4.000
Imeron 300	200 mL	20 Flaschen	4.000
Imeron 300	10 mL	15 Ampullen	150
Imeron 150	50 mL	80 Flaschen	4.000
Peritrast	500 mL	20 Flaschen	10.000
Gastrografin	100 mL	10 Flaschen	1.000
Isovist 300	10 mL	6 Ampullen	60
Gesamtmenge			86.210

Mit einer jährlichen Gesamtmenge von **86,2 L** wird bezogen auf die spezifischen Iodgehalte der RKM eine Iodfracht von 25,3 kg/a verbraucht. Berechnet man analog zu Kapitel 5.2.1.2 aus den Verbrauchsdaten unter Berücksichtigung der Abwassermengen von 18.100 m³ im Jahr 2003 einen theoretischen AOX_{RKM} ergibt sich ein Wert von 391 µg/L.

5.2.2.2. Output

Auch für die Caritas-Klinik Pankow werden im Folgenden die Outputströme Abwasser, Abfall und Patientenbewegungen diskutiert.

5.2.2.2.1. Emissionen ins Abwasser

Für die Caritas-Klinik lagen die Ergebnisse der Stichprobenuntersuchungen durch die BWB in den Jahren 2000 bis 2004 für den AOX zwischen 75 und 6.600 µg/L (Mittelwert der Messwerte 1.793 µg/L). Auch für die Caritas-Klinik Pankow wurde eine Abwassermesskampagne durchgeführt, um diese stark streuenden Werte, insbesondere vor dem Hintergrund der gemessenen Grenzwertüberschreitungen zu verifizieren. Im Oktober 2004 wurden 24h-Mischproben an der Einleitstelle genommen. Die Abwassermengen konnten ebenfalls ermittelt werden, so dass die Schadstofffrachten berechnet werden können.

Die AOX-Konzentrationen schwanken zwischen 560 und 1.900 µg/L bei einem Mittelwert von 922 µg/L (Abb. 10). Ein Wert überschreitet den vorgesehenen Konzentrationsgrenzwert der BWB von 1,0 mg Cl/L.

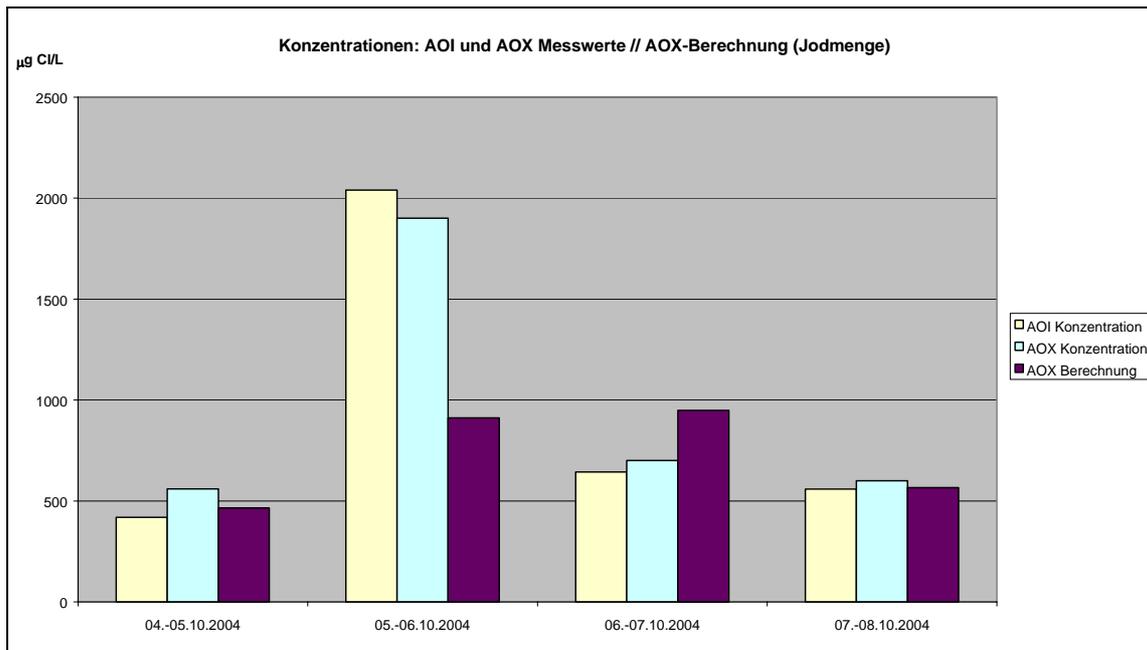


Abb. 10: Gemessene AOI- und AOX-Konzentrationen und berechnete AOX-Konzentration

AOI, also der auf Iodverbindungen zurückzuführende Anteil, stellt den Hauptanteil an AOX dar. Die AOI-Konzentrationen schwanken zwischen 419 und 2.039 µg Cl/L bei einem Mittelwert von 888 µg/L. Unter Berücksichtigung der ermittelten Abwassermengen (286,5 m³/Woche) ergibt sich für die Untersuchungswoche eine Iodfracht im Abwasser von 943,5 g Iod/Woche. Im selben Zeitraum wurden in der Radiologie 794,3 g Iod über RKM verabreicht.

5.2.2.2. Emissionen über den Abfall

Die Entsorgung anfallender Restmengen an RKM, die vom CT-Personal als „sehr gering“ abgeschätzt werden, erfolgt über die Kanalisation. Bei der detaillierten Patientendatenerfassung, die vor Ort im Juni 2004 statt fand, ist nur bei einer von insgesamt 19 Untersuchungen eine Restmenge entstanden (0,7 % der Gesamtmenge). Es kann von einer Restmenge unter 1% ausgegangen werden.

Des weiteren werden in der Krankenhauspraxis auch menschliche Ausscheidungen als Abfall entsorgt. Dies ist z.B. der Fall beim Einsatz von Windeln. In einer Schwerpunktstation wurde eine Untersuchung zum Aufkommen inkontinenter Patienten durchgeführt. Da während des gesamten Untersuchungszeitraumes kein Aufkommen an inkontinenten RKM-Patienten zu verzeichnen war, wurde diese Emission bei der weiteren Stoffflussbetrachtung vernachlässigt.

5.2.2.3. Ambulante Patienten

Ambulante Patienten verlassen im Allgemeinen das Krankenhaus bereits nach der CT-Untersuchung, so dass die applizierten RKM über die Ausscheidungen nicht in das Krankenhausabwasser eingetragen werden. Während der Untersuchungszeit vom 21.06.04 bis 25.06.04 wurde 1 ambulanter Patient von insgesamt 19 RKM-Patienten am CT-Gerät untersucht. Dies entspricht einem Anteil von annähernd 5 %.

5.2.2.3. Stofffluss in der Caritas-Klinik Pankow

Alle zur Darstellung des Stoffflusses verwendeten Daten und Annahmen beziehen sich auf Angaben der Radiologie im Untersuchungszeitraum. Im Vergleich zu den Jahresverbrauchsdaten mit einem Anteil von durchschnittlichen ca. 487 g Iod pro Woche ist die in der Untersuchungswoche applizierte Iodmenge mit 634 g als überdurchschnittlich zu betrachten. Mit insgesamt 19 RKM-Patienten liegt auch die Anzahl der untersuchten Patienten über dem wöchentlichen Durchschnitt von 16 Patienten.

Basierend auf den Verbrauchsdaten der Radiologie sowie den Patientenzahlen im Untersuchungszeitraum ergibt sich unter Berücksichtigung der entsprechenden Emissionen der in Abb. 11 dargestellte Iod-Stofffluss.

In dieser Zeit wurden stationäre Patienten aus 5 Stationen am CT-Gerät mit RKM untersucht. Zu den Schwerpunktstationen, welche den höchsten RKM-Verbrauch in dieser Zeit aufweisen, zählen u.a. Chirurgie (Stat. 4) mit einem Anteil von ca. 21 % der in der Radiologie applizierten Iodmenge sowie Innere Medizin (Stat. 6) mit 24%.

Stofffluss Iod in [g] bezogen auf 1 Woche

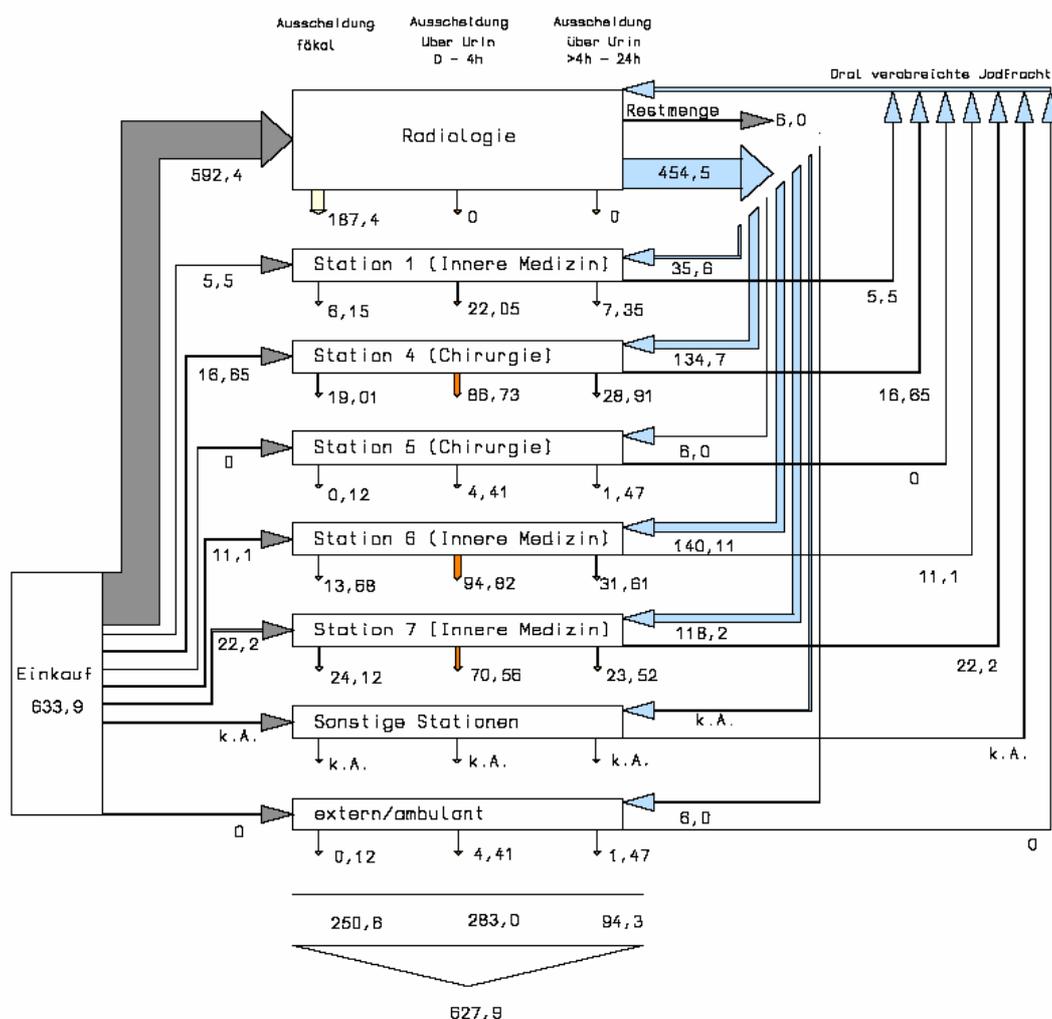


Abb. 11: Iodstofffluss in der Caritas-Klinik Pankow

5.2.3. Diskussion

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Stoffflussuntersuchungen den Messwerten der Abwasseranalysen der beteiligten Krankenhäuser gegenübergestellt. Ziel ist es, Aussagen über den Zusammenhang zwischen dem Verbrauch an RKM im Krankenhaus und den auf Röntgenkontrastmittel zurückzuführenden AOX-Wert im Abwasser zu treffen.

Die theoretische Konzentration an RKM im Abwasser, gemessen als AOX kann auf Basis der Stoffflussuntersuchungen abgeschätzt werden. Die gemäß Stoffflussuntersuchung ins Abwasser abgegebene Iodfracht macht den auf RKM zurückzuführenden AOX-Wert aus. Zur Berechnung gemäß folgender Formel muss das Abwasservolumen bekannt sein. Sofern keine hierüber keine Daten verfügbar sind, wird kann die Abwassermenge über das verbrauchte Trinkwasser abgeschätzt werden.

$$\text{AOX}_{\text{RKM}} [\mu\text{g/l}] = I_{\Sigma} [\text{g/a}] * F / Q_{\text{AW}} [\text{m}^3/\text{a}]$$

AOX_{RKM} = AOX Wert in $\mu\text{g Cl/L}$ der auf Iodverbindungen in RKM zurückzuführen ist

I_{Σ} = mit RKM verbrauchte Iodmenge pro Jahr

$F = 0,279$ Umrechnungsfaktor der die Atomgewichte von Chlor und Iod berücksichtigt

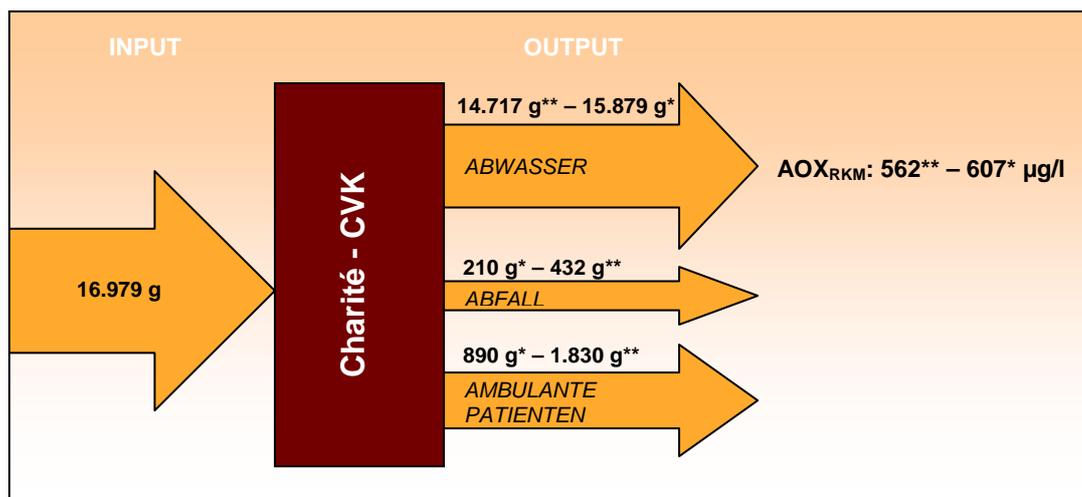
Q_{AW} = Abwasservolumen pro Jahr oder Trinkwasserverbrauch pro Jahr

5.2.3.1. Charité – Auswertung der AOX-Werte

Basierend auf den Untersuchungen zum In- und Output der RKM ergibt sich in der Charité-Campus Virchow Klinikum der in Grafik 12 vereinfacht dargestellte Stofffluss. Die Angaben beziehen sich auf den Zeitraum von einer Woche.

Da sich die im Rahmen der Studie durchgeführten Untersuchungen nur auf den Bereich der Radiologie beziehen, werden zur Darstellung des Stoffflusses im gesamten Krankenhaus die Untersuchungsergebnisse aus der Radiologie zu Restmengen und Patientenbewegungen anteilig zum RKM-Verbrauch für die anderen Bereiche hochgerechnet. Diese Hochrechnung stellt den oberen anzunehmenden Wert für den Output über Abfall und Patientenbewegung dar. Der untere Wert ergibt sich, wenn allein die bekannten Outputströme der Radiologie zu Grunde gelegt werden. Aus der entsprechend Bilanz ergibt sich jeweils der Stoffstrom, der dem Abwasserpfad zugerechnet werden muss.

Für den Abwasseranfall hat die Charité an den für RKM-Emissionen relevanten Einleitstellen einen Wert von 380.250 m^3/a genannt. Unter Berücksichtigung der Einkaufsdaten sind somit für die beiden Untersuchungswochen im Abwasser der Charité AOX_{RKM} Konzentrationen von 562 $\mu\text{g/L}$ bis 607 $\mu\text{g/L}$ zu erwarten.



* Annahme: Output durch Abfall und ambulante Patienten nur in der Radiologie

** Annahme: Hochrechnen des Output durch Abfall und ambulante Patienten auf alle Verbräuche

Abb. 12: Input/Output Iodfracht in [g], Charité - CVK

Im Jahresdurchschnitt hat die Radiologie etwas mehr RKM verbraucht als in den beiden Untersuchungswochen, so dass der Jahresmittelwert der AOX_{RKM} -Konzentrationen rechnerisch um ca. 15 µg/L über den genannten Werten liegen kann.

Dem aus dem Stofffluss rechnerisch ermittelten AOX-Wert werden zum die in Kapitel 4.2.1.2.1 dargestellten Abwassermessungen gegenüber gestellt.

Tabelle 4: Vergleich der AOX-Werte, Charité - CVK

	Einheit	Mittelwert	Min-Max
AOX_{RKM} (berechnet aus Stoffbilanz)	[µg/L]	585	562 - 607
AOX_{gesamt} (Stichproben 2000-2004)	[µg/L]	261	15 - 940
AOX_{gesamt} (Messkampagne)	[µg/L]	271	120 – 590
AOX_{RKM} (Messkampagne)	[µg/L]	170	31 – 335

Ein Vergleich der Abwasser-Messwerte mit der Stoffbilanz zeigt, dass die gemessenen Iodkonzentrationen weniger als halb so groß sind, wie die zu erwartenden Konzentrationen. Bei den vorliegenden Messungen aus den Jahren 2000-2004 sowie bei den Ergebnissen der Messkampagne im Rahmen des Projektes sind die gemessene Werte durch erhebliche Schwankungen charakterisiert. Diese Proben sind nämlich alle Stichproben, so dass die Repräsentativität dieser Ergebnisse begrenzt ist. Eine Schwierigkeit ist in der Bewertung von Stichprobenmessungen zu suchen, insbesondere, wenn keine Informationen zu den mit der Probenahme verbundenen Abwassermengen vorliegen. Eine Berechnung oder ein Vergleich mit Stofffrachten ist in diesem Fall nicht möglich.

5.2.3.2. Caritas-Klinik Pankow – Auswertung der AOX-Werte

Da in der Caritas-Klinik Pankow keine Einkaufsdaten verfügbar waren, erfolgte die RKM-Stoffflussanalyse unter Berücksichtigung der entsprechenden In- und Outputfaktoren im Bereich der Radiologie. Aussagen über den RKM-Verbrauch weiterer Leistungsstellen

konnten im Rahmen der Studie nicht getroffen werden. In Abb. 13 ist der Strom der Iodfracht dargestellt, bezogen auf den Untersuchungszeitraum von einer Woche.

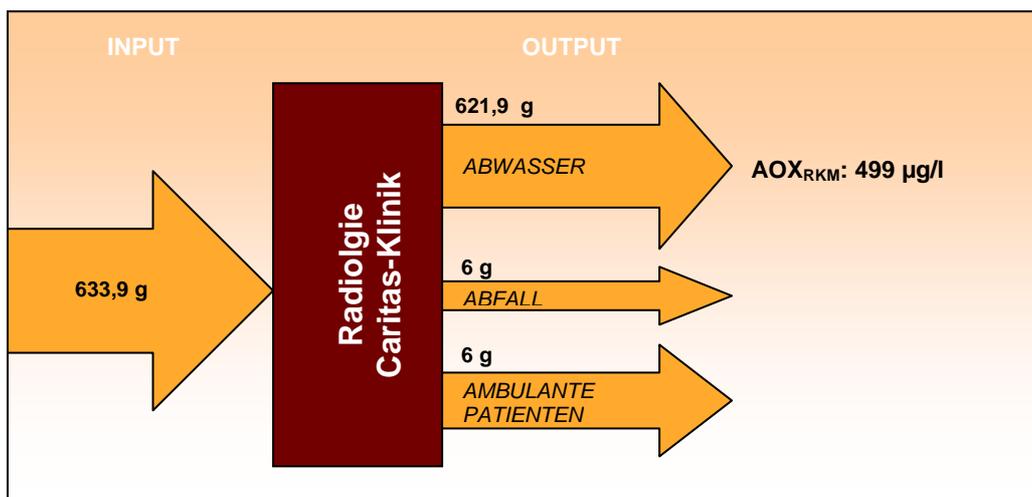


Abb. 13: Input/Output Iodfracht in [g], Radiologie, Caritas-Klinik Pankow

Mit einer Emission von 621,9 g Iod über das Krankenhausabwasser ergibt sich rechnerisch ein auf Röntgenkontrastmittel zurückzuführender AOX-Wert von 499 µg/L im Untersuchungszeitraum. Eine Gegenüberstellung dieses Rechenwertes mit den im Rahmen der Messkampagne ermittelten Werten (419 – 2.039 µg/L) zeigt, dass die gemessene und die berechnete Werte gut übereinstimmen, außer für eine Probe. Unter den vier Mischproben wurde nämlich für drei Proben eine AOX_{RKM} Konzentration in der Größenordnung von ca. 500 µg/l gemessen. Im Jahresmittel ist mit einem niedrigeren AOX_{RKM} - Wert zu rechnen, da in der Abwassermesskampagne mit 944 g Iod/Woche gegenüber dem Jahresdurchschnitt von 486 g Iod/Woche auch entsprechend mehr RKM in der Radiologie verabreicht wurden. Da in der Messkampagne 24h-Stundenproben genommen wurden, sind die Ergebnisse als aussagefähiger zu bewerten als die Messergebnisse in der Charité - CVK.

Tabelle 5: Vergleich der AOX-Werte, Caritas-Klinik Pankow

	Einheit	Mittelwert	Min-Max
AOX_{RKM} (berechnet aus Stoffbilanz)	[µg/L]	499	
AOX_{gesamt} (Stichproben 2000-2003)	[µg/L]	1.793	75 – 6.600
AOX_{gesamt} (Messkampagne)	[µg/L]	922	560 – 1.900
AOX_{RKM} (Messkampagne)	[µg/L]	888	419 – 2.039

6. Konzepte zur getrennten Erfassung von RKM im Krankenhaus

Drei Erfassungskonzepte wurden entwickelt und die Machbarkeit einer Umsetzung im Krankenhaus wurde untersucht:

- **Zentrales Erfassungskonzept in der Radiologie:** Die Sammlung erfolgt ausschließlich in der Röntgenabteilung, mit einer dort angesiedelten Trenntoilette und Aufenthalt der Patienten vor Ort, in den ersten 4 Stunden nach der Röntgenuntersuchung.
- **Dezentrales Erfassungskonzept 1:** Sammelstellen sind in den Stationen vorgesehen, die einen hohen Anteil an der Röntgenuntersuchungen aufweisen. Die Sammlung erfolgt in den 24h nach der Röntgenuntersuchung.
- **Dezentrales Erfassungskonzept 2:** eine Sammlung erfolgt auf den Stationen mit mobilen Sammelbehältern (Urinflaschen, Uringefässe) 24h nach der Röntgenuntersuchung.



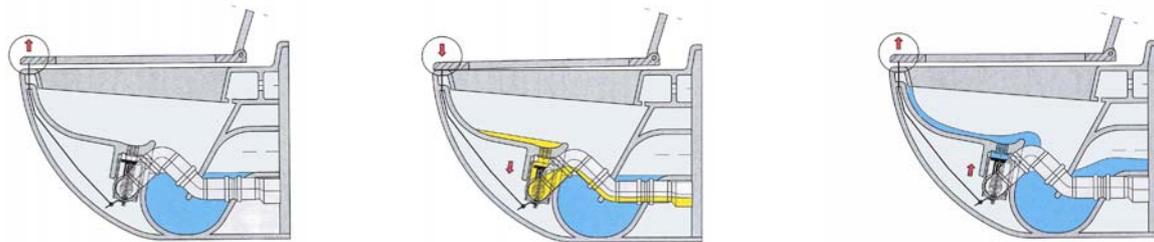
Abb. 14: Prinzip der 3 entwickelten Erfassungskonzepte

6.1. Zentrales Erfassungskonzept

6.1.1. Sanitärtechnik

Das zentrale Erfassungskonzept sieht eine Sammlung mit einer Trenntoilette vor, um den mit RKM belasteten Urin getrennt zu sammeln. Zur Auswahl der Trenntoilette wurden Informationen zu den existierenden Sanitärssystemen auf dem Markt gesammelt (s. Übersicht im Anhang 5).

Für die Auswahl der Trenntoilette ist der hygienische Standard besonders wichtig. Wie Erfahrung aus anderen Projekten¹² zeigen, leistet die **Schwerkrafttoilette „No Mix Toilet“ der Firma Roediger Haus- und Vakuumtechnik GmbH** die beste hygienische Bedingung, im Vergleich mit der Roediger Vakuumtrenntoilette und den Trenntoiletten von anderen Herstellern. Diese Schwerkrafttoilette hat auch den Vorteil, den Urin unverdünnt zu sammeln (s. Funktionsprinzip unten). Damit verfügt man über eine höhere RKM- bzw. Iodkonzentration im Urin, was die Effizienz und Kosten der Urinentsorgung bzw. Iodrückgewinnung deutlich optimieren kann. Außerdem verfügt die Firma Roediger über Erfahrungen mit dem Einbau von Trenntoiletten im Krankenhaus (Bereich Nuklearmedizin). Es wurde ein Angebot bei der Firma Roediger eingeholt (s. Anhang 5). In Abbildung 15 ist das Funktionsprinzip dieser Trenntoilette dargestellt. Der einzige Nachteil bei der Benutzung dieser Toilette ist, dass man unbedingt sitzen muss, um den Trennmechanismus zu aktivieren.



1. Ruhezustand

Das Ventil des Urin-Ablaufes ist geschlossen.

2. Benutzung der Toilette

Durch Setzen auf den Toilettensitz wird eine Mechanik betätigt, die den Verschluss des Urinablaufs öffnet. Urin wird über den separaten Ablauf weggeleitet.

3. Spülen der Toilette

Durch Erheben vom Sitz wird der Urinablauf wieder geschlossen. Falls erforderlich, können Fäkalien und Papier mit unterschiedlichen Wassermengen in den hinteren Ablauf gespült werden.



Toilettenschüssel
(Pfeil zeigt auf Urinablauf)

Abb. 15: Funktionsprinzip der Trenntoilette „No Mix Toilet“ der Firma Roediger

¹² Erfahrungsaustausch mit Dr. A. Peter-Fröhlich und Dipl.-Ing. Isabelle Kraume, KWB-Projekt „Neue Erfassungskonzepte“, am 20.8.2004 [SCST]

6.1.2. Integration in vorhandene Sanitärtechnik

Zur Frage, in wie fern in der Radiologie vorhandene Toiletten zur getrennten Erfassung genutzt werden können oder Möglichkeiten für die Installation weiterer Sanitäreinrichtungen vorhanden sind, wurden die räumlichen Gegebenheiten in den Krankenhäusern untersucht.

Im Bereich der Radiologie befinden sich Toiletten, die von Patienten und/oder Personal genutzt werden. In der Caritas-Klinik werden die 4 vorhandenen WC-Einheiten sowohl durch Patienten der Röntgenabteilung und Funktionsdiagnostik als auch durch das Personal genutzt. Im Gegensatz dazu befinden sich in der Radiologie der Charité-CVK zwei Patienten-WCs und zwei Personal-WCs. Die vorhandenen Sanitäreinrichtungen sind in den Grundrissen gesondert gekennzeichnet:

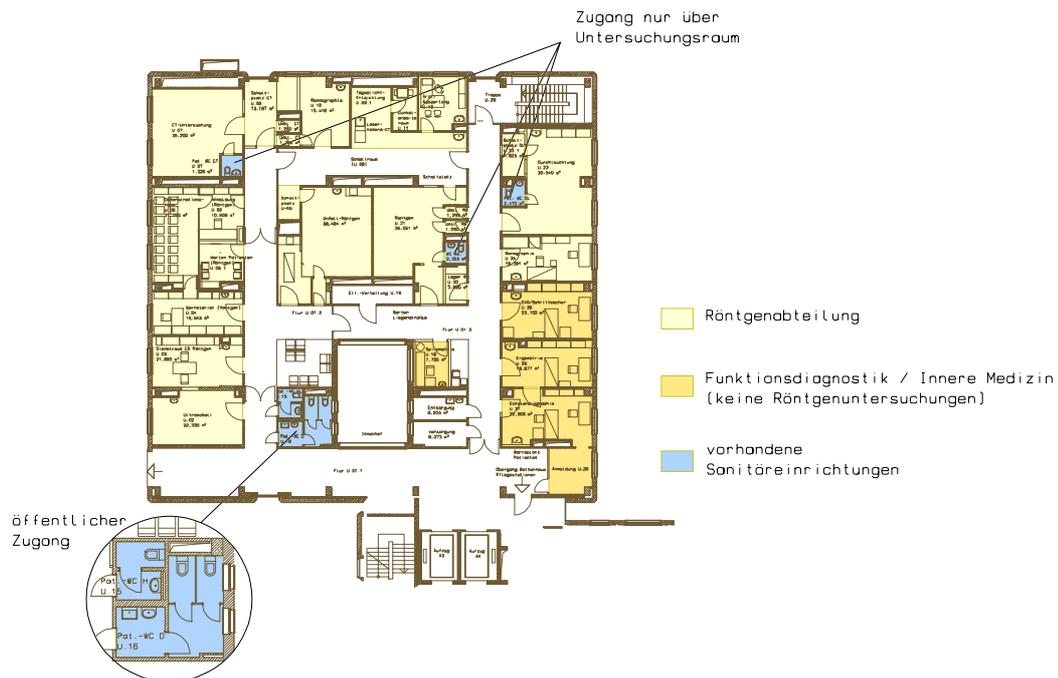


Abb. 16: Radiologie der Maria Heimsuchung Caritas-Klinik Pankow

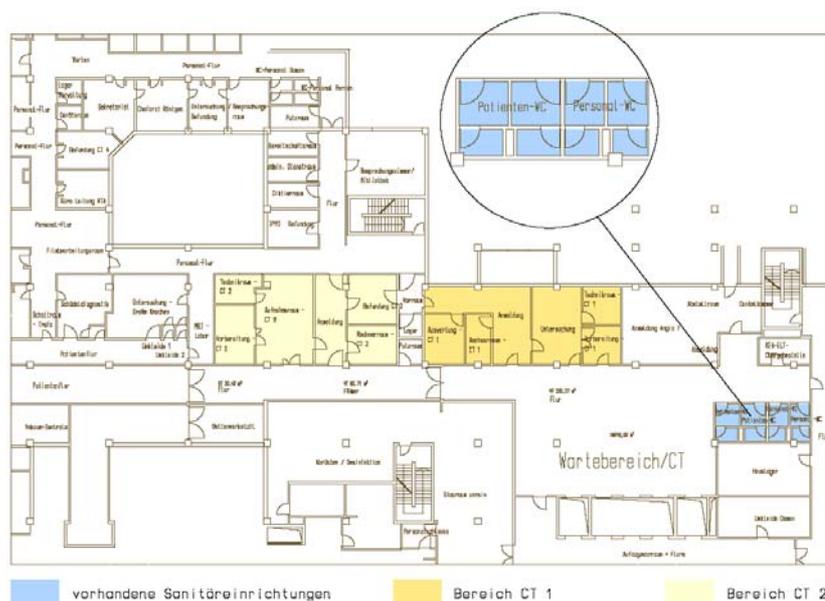


Abb. 17: Zentrale Röntgenabteilung der Charité - Campus Virchow-Klinikum

Die Toilette muss durch einen separaten Eingang zugänglich sein. In der Caritas-Klinik ist der Zutritt zu drei Toiletten nur über die entsprechenden Untersuchungs- und Behandlungszimmer möglich.

Im Hinblick auf die Erstellung eines separaten Erfassungskonzept ist es sehr wichtig, das Aufkommen an Toilettengängern innerhalb der Radiologie zu ermitteln. Unter Berücksichtigung des Verbleibs von RKM-Patienten zur Urinerfassung 4 Stunden in der Radiologie, erhöht sich das Aufkommen an Toilettengängern. Das stündliche Maximalaufkommen kann anhand der Patientendaten ermittelt werden. In der Caritas-Klinik ergibt sich ein stündliches Maximalaufkommen von ca. 27 Personen, in Charité wären es ca. 34 Personen (s. detaillierte Auswertung im Anhang 6 und 7).

In Anlehnung an die Arbeitsstättenverordnung DIN 18228 sind die sanitären Einrichtungen nahe der jeweiligen Wartebereiche der Radiologie als **ausreichend** zu betrachten.

6.1.3. Aufenthalts- und Wartebereiche

Die separate Sammlung von Urin ausschließlich in der Radiologie sieht einen Aufenthalt der RKM-Patienten von 4 Stunden in diesem Bereich vor.

Ein längerer Aufenthalt von Patienten setzt neben angemessener medizinischer Versorgung vor allem genügend Platz und ein zumutbares behagliches Umfeld voraus. Unter diesen Gesichtspunkten werden im Folgenden die räumlichen Gegebenheiten der Krankenhäuser untersucht.

Anhand der Grundrisse können die vorhandenen Stellflächen für Transportmittel abgeschätzt werden. Hierzu wurden in den im Grundriss ausgewiesenen Flächen Transportbetten und Rollstühle in herkömmlichen Abmessungen eingezeichnet.

Eine Gegenüberstellung der vorhandenen Aufenthalts- und Wartebereiche im CT-Bereich mit der erforderlichen Stellfläche zeigt, dass für einen Aufenthalt der RKM-Patienten von vier weiteren Stunden nach der CT-Untersuchung, die vorhandenen Flächen als **nicht ausreichend** zu betrachten sind (s. detaillierte Auswertung im Anhang 8 und 9).

Tabelle 6: Vorhandene und erforderliche Stellplätze im Wartebereich der Radiologie

	Vorhandene Stellplätze	Erforderliche Stellplätze
Caritas-Klinik	4 Transportbetten 2-3 Rollstühle 13 Sitzplätze	8 Transportbetten 3 Rollstühle 2-3 Sitzplätze
Charité-CVK	8 Transportbetten 3 Rollstühle 8 Sitzplätze	10 Transportbetten 2 Rollstühle 11 Sitzplätze

Neben den vorhandenen Wartebereichen soll die Umgestaltung oder Erschaffung eines weiteren Aufenthaltsraumes geprüft werden.

Gemäß Rücksprache mit den Mitarbeitern der Radiologie in der Caritas-Klinik ist aufgrund der räumlichen Situation sowie der Auslastung aller weiteren Untersuchungs- und Behandlungszimmer eine Erweiterung des Wartebereiches nicht realisierbar.

Aufgrund der nicht ausreichenden Warteflächen ist eine zentrale Erfassung in Maria Heimsuchung Caritas-Klinik Pankow ausgeschlossen. Deshalb wurden die anderen Parameter in diesem Krankenhaus nicht weiter untersucht.

In der Charité-CVK besteht eine Möglichkeit, die Patienten auch innerhalb der Hauptuntersuchungszeiten (16.00 bis 22.00 Uhr) in der Radiologie entsprechend betreuen zu können, in der Mitnutzung anderer Wartebereiche, wie z.B. der Angiografie (siehe Abb. 18)

Aufgrund beschränkter Betriebs- und Betreuungszeiten werden die Aufenthaltsbereiche der Angiografie im Zeitraum nach 16.00 Uhr nicht beansprucht, so dass diese Flächen im Zeitraum von 16.00 bis 22.00 Uhr gegebenenfalls durch das CT-Personal zur Betreuung der RKM-Patienten genutzt werden könnten.

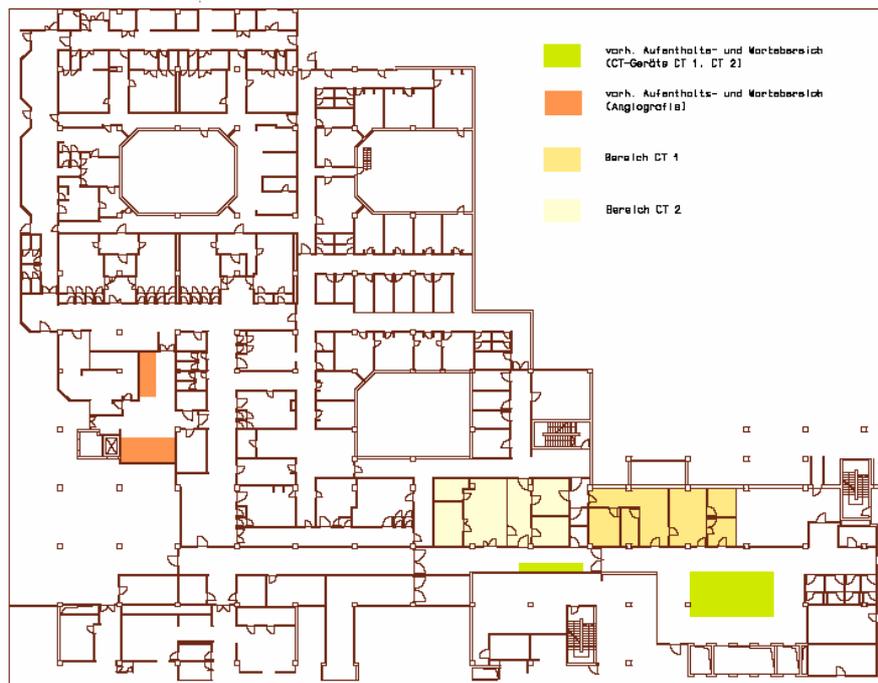


Abb. 18: Aufenthalt und Wartezonen im CT-Bereich und in der Angiografie (Charité-CVK)

Bei Nutzung der zusätzlichen Wartezone im Bereich der Angiografie erhöht sich die **vorhandene Stellfläche** auf ca. 13 Transportbetten, 3 Rollstühle sowie 11 Sitzplätze. Nur in diesem Fall kann - unter Annahme der Patientenzahlen und des Mobilitätsgrades im Untersuchungszeitraum - die vorhandene Stellfläche in der Radiologie in der Charité-CVK als ausreichend angenommen werden.

Sind die vorhandene Sanitäreinrichtungen und die Wartebereiche ausreichend, ist die technische Machbarkeit eines Umbaus der Toilette zu prüfen.

Bei einem Gespräch¹³ mit dem Fachgruppenleiter Heizung, Lüftung, Sanitär im Charité-CVK (Herr Gehde) und Vertretern der zwei externen Dienstleister, die Sanitäreinrichtungen auf dem Campus betreuen, wurde geprüft, ob der Einbau einer Trenntoilette bzw. eines zentralen Tanks auf dem Campus Virchow-Klinikum technisch machbar wäre. Die Röntgenabteilung befindet sich im 1. Kellergeschoss. Es könnte keine Entsorgung im freien Gefälle erfolgen. Für die vorhandenen Toiletten im CT-Bereich ist kein Stellplatz für einen Tank im 2. Kellergeschoss verfügbar. Jedoch befindet sich auf derselben Ebene eine Technikhalle, wo ein Stellplatz vorhanden wäre.

Prinzipiell wäre der Einbau von Trenntoiletten und einem zentralen Tank machbar.

¹³ Gespräch am 14.12.2004, Campus Virchow-Klinikum (C. Pineau, M. Wiemann).

6.1.4. Integration in den medizinischen Behandlungsablauf

Innerhalb der Radiologie

Neben den sanitären und räumlichen Aspekten zur Bewertung der zentralen Variante gilt es herauszufinden, in wie fern ein 4-stündiger Aufenthalt der RKM-Patienten nach der Untersuchung in der Röntgenabteilung den medizinischen Behandlungsablauf innerhalb der Radiologie sowie im stationären Bereich beeinflusst. Hierzu wurden Gespräche mit Mitarbeitern der Radiologie sowie einiger Stationen geführt.

Ein längerer Aufenthalt der Patienten in der Radiologie setzt vor allem eine richtige medizinische und pflegerische Betreuung voraus. Diese kann jedoch wegen verschiedener Gründe durch die Mitarbeiter der Radiologie nicht gewährleistet werden.

Untersuchungs- und Behandlungsräume sowie entsprechende Wartezonen müssen so angeordnet sein, dass eine ständige Überwachung der Patienten durch das vorhandene CT-Personal gewährleistet werden kann. Dies ist beispielsweise in der Caritas-Klinik nicht möglich, wie aus Abb. 16 ersichtlich ist.

Abhängig von der räumlichen sowie personellen Situation in der Radiologie ist zur Betreuung der Patienten zusätzliches Pflegepersonal erforderlich. Die Aufgabe dieser zusätzlichen Betreuungskraft besteht darin, RKM-Patienten nach der CT-Untersuchung über einen Zeitraum von 4 Stunden medizinisch und pflegerisch zu betreuen. Aufgrund der räumlichen Kapazitäten können Medikamente in der Radiologie nicht bevorratet werden. Eine Versorgung mit notwendigen Pharmaka muss daher durch die Stationen erfolgen. Durch die Übergabe des Patienten an die Pflegekraft, wird der medizinische Behandlungsablauf innerhalb der Radiologie nicht beeinflusst.

In der Charité-CVK erstrecken sich die Untersuchungszeiten an den CT-Geräten über einen Zeitraum von 7:30 bis 22:30 Uhr (mit ca. 2-3 Medizinisch Technischen Assistenten sowie 1 Arzt je Gerät), so dass für die Betreuung der Patienten innerhalb dieses Zeitraums zwei Pflegekräfte (im Schichtbetrieb) vorgesehen werden müssen.

Im stationären Bereich

Es ist zu berücksichtigen, dass mit einem 4-stündigen Aufenthalt in der Radiologie eine schnelle Weiterbehandlung der Patienten behindert sein kann. Durch organisatorische Maßnahmen ist zu vermeiden, dass dieser Aufenthalt zu einer Verlängerung der Verweilzeit des Patienten im Krankenhaus führt. Andernfalls würden dem Krankenhaus deutliche wirtschaftliche Nachteile entstehen. Dies wird ausführlich im Kapitel Wirtschaftlichkeit 7.2.1. bzw. im Anhang 16 diskutiert.

Organisatorische Änderungen

Zur Frage, zu welchen organisatorischen Veränderungen die getrennte Erfassung in den Abläufen der Röntgenabteilungen bzw. Stationen der Patienten führen, wurden Gespräche mit Mitarbeitern dieser Bereiche durchgeführt.

Dazu wurden die gegenwärtigen Ablaufroutinen definiert und erforderliche, organisatorische Maßnahmen zur Umsetzung der jeweiligen Erfassungsvariante festgestellt. Welche Änderungen mit der Umsetzung der zentralen Variante auf den Stationen und in der Radiologie verbunden sind, soll anhand des Ablaufdiagramms Abbildung 19 veranschaulicht werden. Die sich im Vergleich zum gegenwärtigen Ablauf ergebenden Veränderungen sind in der Grafik mit V.1.1, V.1.2, etc. gesondert gekennzeichnet.

Die ersten Veränderungen ergeben sich im Rahmen der Visite, wobei vom Stationsarzt durch Prüfung der medizinischen Parameter und des allgemeinen Zustands festzustellen ist, ob für den Patienten ein 4-stündiger Aufenthalt in der Radiologie zumutbar ist. Gleichzeitig erfolgt die Prüfung des Therapieplans des Patienten, um eventuellen Verzögerungen im Rahmen weiterer Behandlungen durch den Verbleib in der Radiologie vorzubeugen (V.1.1)

Bei Entscheidung über einen möglichen Aufenthalt in der Röntgenabteilung wird der Patient im Rahmen der Visite über die getrennte Urinerfassung bzw. den weiteren Verlauf in der Radiologie informiert (V.1.2).

Um die medizinische Versorgung – sofern erforderlich – auch in der Radiologie sicher zu stellen, werden dem Patienten entsprechende Medikamente von den Stationen mitgegeben. Informationen über Zeit und Form der Verabreichung können der Pflegedokumentation des Patienten (Patientenkurve) entnommen werden, die in schriftlicher Form in der Radiologie vorliegt (V.1.3).

Weitere Veränderungen ergeben sich speziell in der Röntgenabteilung. Nach der CT-Untersuchung wird der RKM-Patient zur weiteren Betreuung innerhalb der Radiologie vom CT-Personal an die Betreuungskraft übergeben (V.1.4), wobei die Eingangszeit des Patienten dokumentiert wird (V.1.5).

Der Patient wird in den vorgesehen Aufenthaltsbereichen untergebracht und entsprechend der Pflegedokumentation medizinisch und pflegerisch betreut sowie mit Getränken, ggf. Speisen und Unterhaltungsmedien versorgt (V.1.6, V.1.7, V.1.8, V.1.9).

Im Falle einer medizinischen Weiterbetreuung des Patienten innerhalb der Radiologie ist diese von der Betreuungskraft in der Pflegedokumentation zur Information des Stationspersonals anzugeben (V.1.10).

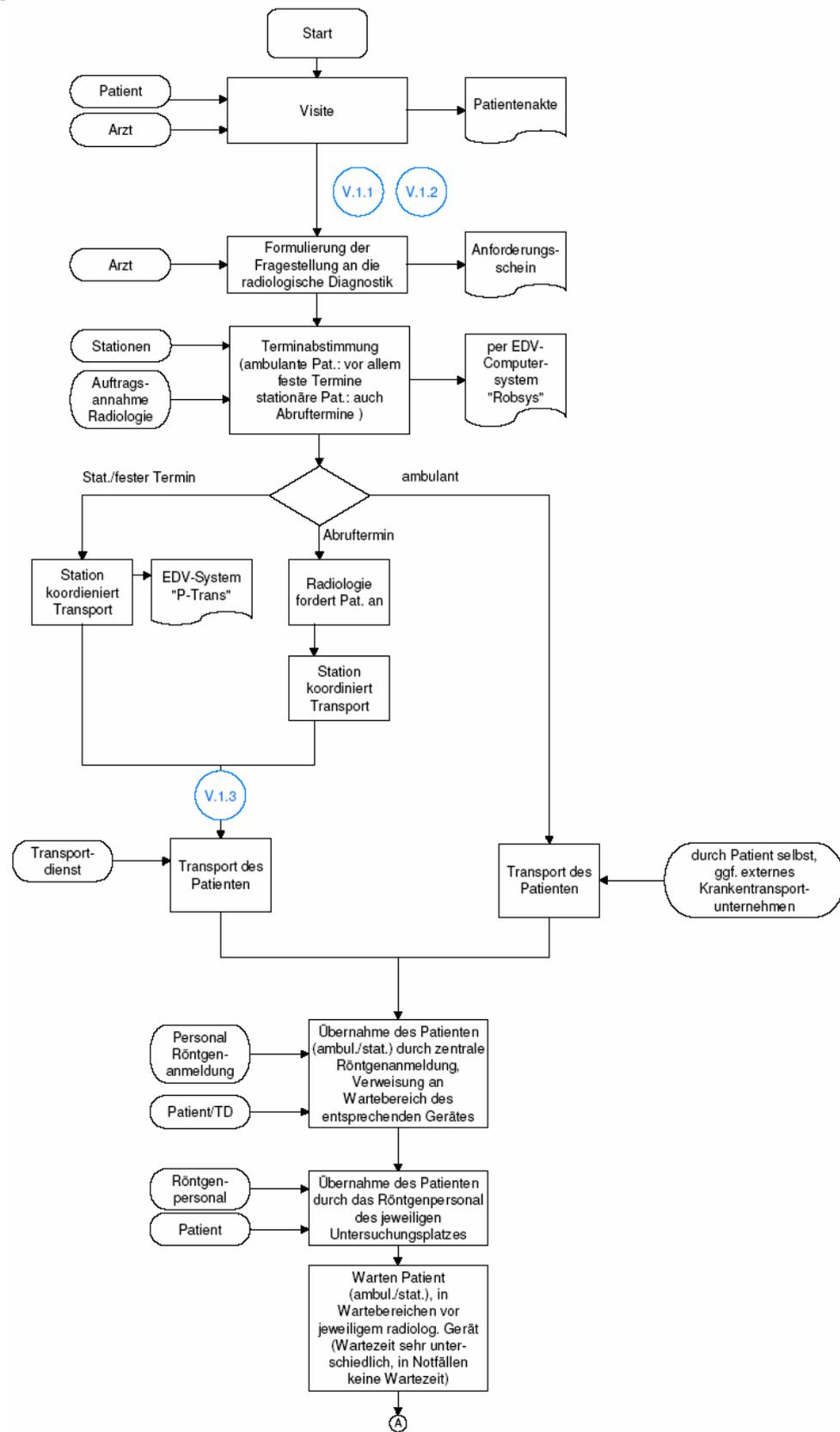
Der Rücktransport des Patienten auf die Stationen erfolgt durch den Transportdienst, der von der Betreuungskraft telefonisch benachrichtigt wird (V.1.11, V.1.12).

Der zusätzliche Zeitaufwand für das Personal wurde ermittelt und ist im Anhang 10 dargestellt.

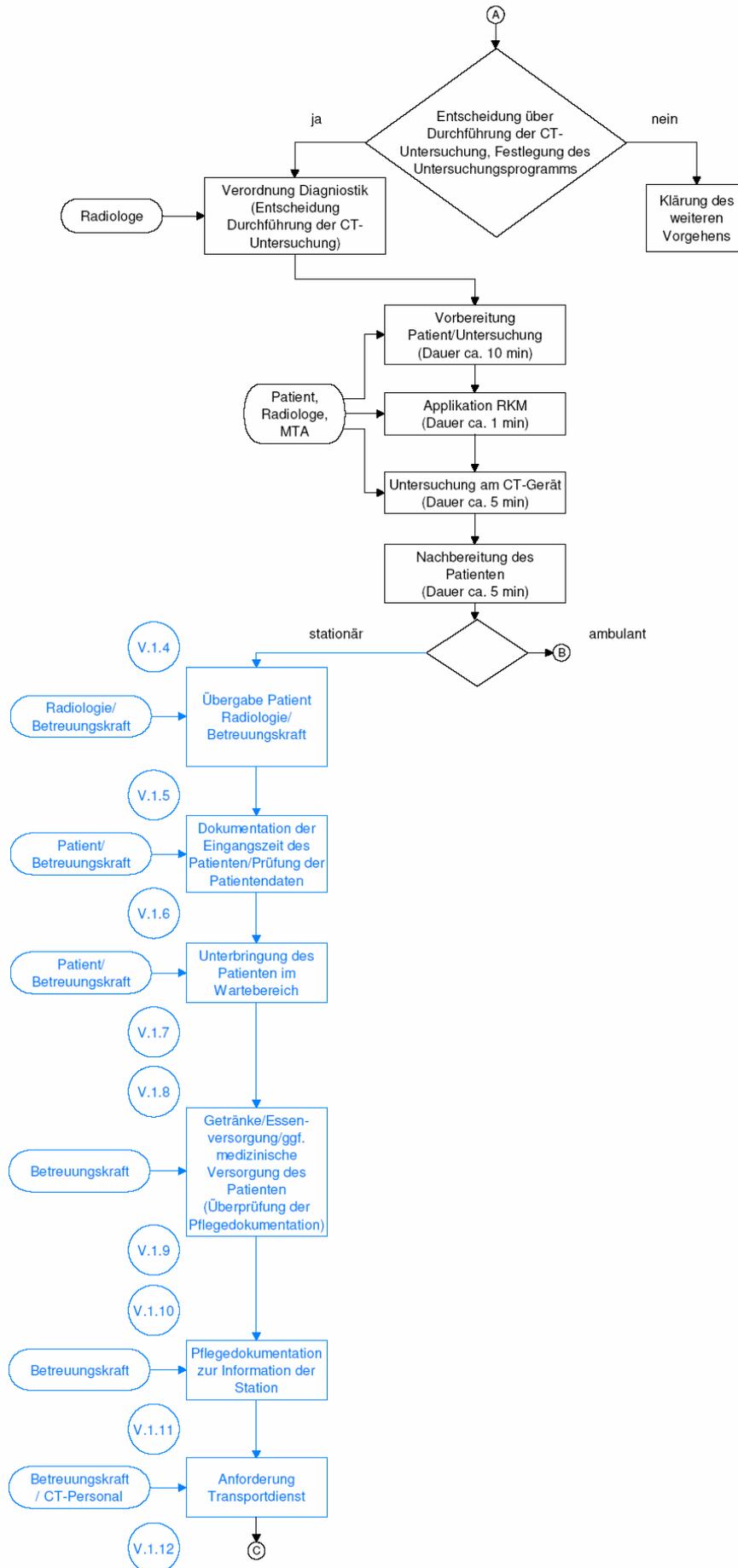
In der Charité-CVK wurde der folgende Zeitaufwand für das zentrale Konzept ermittelt:

Stationsarzt (Aufklärung)	355 min/Woche
Betreuungskraft (Radiologie)	1138 min/Woche
Betreuungskraft (Station)	92 min/Woche

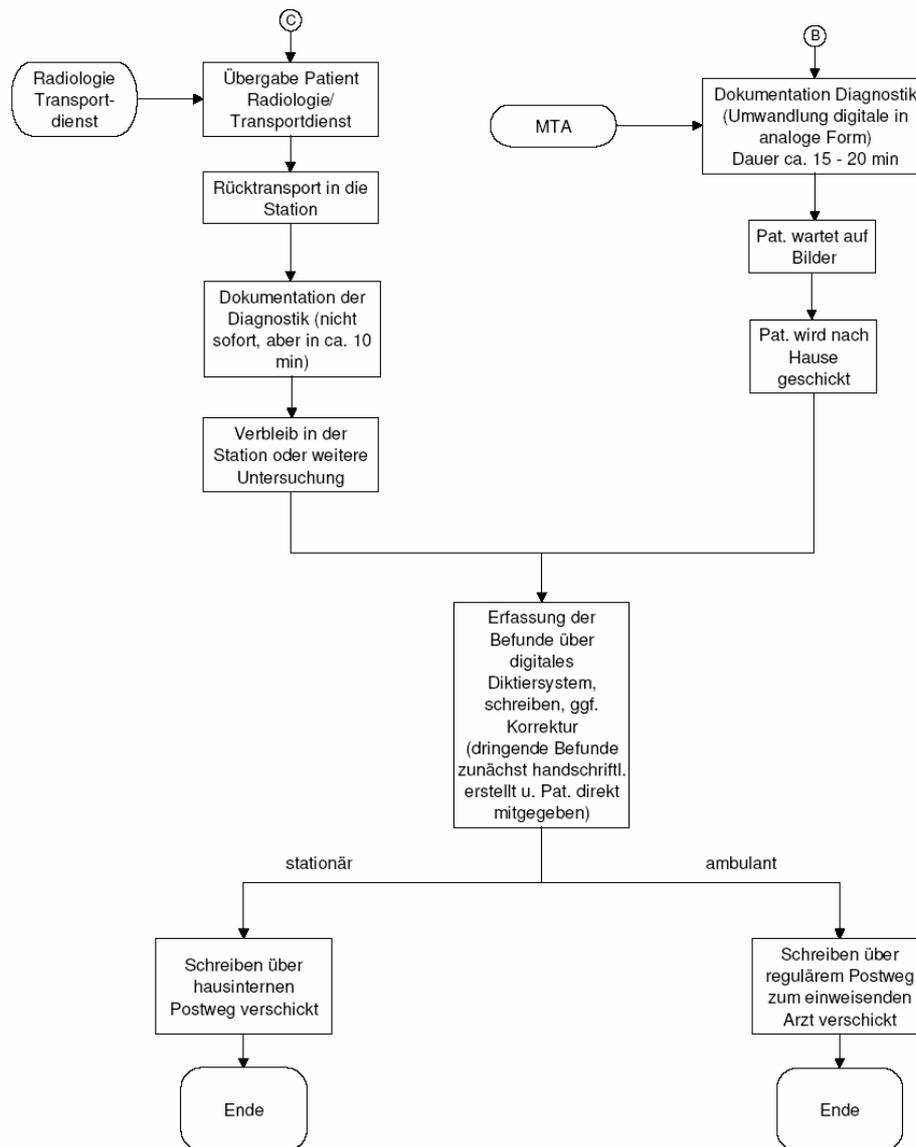
Abb. 19: Organisatorische Änderungen: Zentrales Erfassungskonzept in der Charité-CVK



„Getrennte Erfassung von iodorganischen Röntgenkontrastmitteln in Krankenhäusern“
 Abschlussbericht Projektphase 1 – April 2005



„Getrennte Erfassung von iodorganischen Röntgenkontrastmitteln in Krankenhäusern“
Abschlussbericht Projektphase 1 – April 2005



- V.1.1: Prüfung des allgem./med. Zustands des Patienten, Überprüfung des Therapieplans des stationären Patienten, Ausfüllen der ergänzten* Untersuchungsanforderung (Stationsarzt)
- V.1.2: Information des Patienten über Verfahren der getrennten Urinsammlung (Stationsarzt)
- V.1.3: Vorbereitung der medizinischen Versorgung in der Radiologie (Stationsschwester)
- V.1.4: Übergabe des Patienten vom CT-Personal an die Betreuungskraft nach der CT-Untersuchung (CT-Personal/Betreuungskraft Radiologie)
- V.1.5: Dokumentation der Eingangszeit des Patienten (Betreuungskraft Radiologie)
- V.1.6: Unterbringung Patient im Aufenthaltsbereich (Betreuungskraft Radiologie)
- V.1.7: Überprüfung der Pflegedokumentation des Patienten (Überwachungsparameter gem. "Patientenkurve" und Anforderungsschein); ggf. Verabreichung von Medikamenten (Betreuungskraft Radiologie)
- V.1.8: ggf. Unterstützung des Patienten bei Toilettengängen (Betreuungskraft Radiologie)
- V.1.9: Versorgung des Patienten mit Getränken, Essen sowie Unterhaltungsmedien (Betreuungskraft Radiologie)
- V.1.10: Pflegedokumentation zur Information der Station über Betreuung des Patienten (Betreuungskraft Radiologie)
- V.1.11: Benachrichtigung Transportdienst (Betreuungskraft Radiologie)
- V.1.12: Übergabe des Patienten an den Transportdienst (Betreuungskraft Radiologie/Transportdienst)

6.1.5. Innerbetriebliche Entsorgungslogistik

Die Entsorgungslogistik wird im Folgenden auf Basis der in Kapitel 6.1.1. dargestellten Sanitärtechnik erläutert. Aufgabe der Entsorgungslogistik ist es, zwischen den Quellen des Anfalls des RKM-belasteten Urins und den in Frage kommenden Entsorgungsanlagen einen Materialfluss zu gewährleisten, der

- möglichst geringe Kosten verursacht,
- für die beteiligten Mitarbeiter in Pflege und Logistik hygienisch und aus Sicht der Arbeitssicherheit unkritisch ist,
- die logistischen und medizinischen Betriebsabläufe im Krankenhaus möglichst wenig beeinflusst,
- das Material so bereit stellt, dass es für die Entsorgungsanlagen zu verarbeiten ist.

Je nach Gestaltung der Entsorgungslogistik erfolgt dabei ein schrittweiser Transport mit mehrstufigen Umschlag- und Transportvorgängen. Der folgende morphologische Kasten in Tabelle 7 beschreibt die Gestaltungsparameter der innerbetrieblichen Entsorgungslogistik. Die für das Konzept der zentralen Erfassung geeignete Entsorgungslogistik ist farblich hervorgehoben. Da ein zentrales Erfassungskonzept in der Radiologie in der Caritas-Klinik Pankow nicht umsetzbar ist, wird die Entsorgungslogistik wesentlich an Hand der Situation in der Charité - CVK diskutiert.

Bei Einsatz von zentralen Trenntoiletten in der Radiologie der Charité - CVK fällt mit RKM belastetes Gelbwasser in einem ortsnahen Abwassersammeltank an (siehe Kapitel 6.1.1.). Für Erfassung und Sammlung bis zu diesem Ort ist, die technischen Einrichtungen vorausgesetzt, kein zusätzlicher logistischer Aufwand erforderlich.

Der Abwassersammeltank in der Radiologie stellt in einem zentralen Erfassungskonzept den einzigen Ort der Sammlung dar. Die Abholung zur externen Entsorgung kann somit direkt von diesem Abwassersammeltank erfolgen. Die Konsolidierung von erfassten Mengen an einem weiteren Bereitstellungsart ist nicht erforderlich. Wird der Abwassersammeltank über Rohrleitungen an einen von außen durch den externen Entsorger mit LKW anfahrbaren Stutzen verbunden, kann die Abholung durch Leerpumpen erfolgen. In ähnlicher Weise werden derzeit die Fotoabwasser der Radiologie entsorgt. Allerdings sind mit der festen Anbindung des Abwassersammeltanks an einen Entsorgungsstutzen bauliche Maßnahmen erforderlich und damit entsprechende Kosten verbundenen.

Insbesondere für eine Erprobung der zentralen Erfassung ist zu empfehlen, den Abwassersammeltank als Wechselbehälter auszuführen. Zur externen Entsorgung wird der komplette Sammelbehälter gegen einen Leeren getauscht. Der Sammelbehälter ist in diesem Fall so zu dimensionieren und konstruktiv zu gestalten, dass eine Entkopplung von der Gelbwasserleitung und ein Transport z.B. mit Gabelhubwagen möglich sind.

Unter den weiter oben dargestellten Annahmen für die Anzahl der Patienten, die an der zentralen Erfassung teilnehmen sowie die Ausscheidungsmengen in 4 Stunden, ist davon auszugehen, dass ein Abwassersammeltank von 1 m³ die anfallenden Mengen von 2 Monaten aufnehmen kann. Ein 2-monatiger Entsorgungszyklus wird somit dem Gelbwasseranfall gerecht.

**Tabelle 7: Gestaltungsvarianten der Entsorgungslogistik
 bei zentraler Sammlung in der Radiologie**

Sammlung				
Erfasste Fäkalien	nur flüssig		nur fest	flüssig und fest
Art der Erfassung	Nutzung von Trenntoilette durch Patient		Erfassung in Mehrwegbehältern (Urinal, Steckbecken)	
Zuständigkeit für Sammlung	entfällt		Holsystem durch Pflege	Bringsystem durch Patient
1. Umschlag/Bereitstellung (in der Radiologie oder auf der Station)				
Umschlagsmodus	entfällt		umfüllen/entleeren	abwerfen
Technik für Umschlag	entfällt	Trenntoilette	Steckbecken-spüle	Ausguss Deckelsack/ Absorbens
Behälter	entfällt/ Anbindung an Gelbwasser- leitung	ortsnaher Abwasser- sammeltank (unreiner Arbeitsraum)	spezieller Abfallsammel- behälter	vorhandener Restabfall- sammelbehälter
Transport ab 1. Umschlag				
Entsorgungsturnus	kontinuierlich	täglich	2 x wöchentlich	1 x wöchentlich
Übernahmemodus	entfällt		umfüllen/ entleeren	Behälterwechsel
Transportmodus	über Rohrleitung		über Transport-/ Reinigungsdienst	
2. Umschlag/ Bereitstellung (Knotenpunkt in Gebäude)				
Übergabemodus	entfällt		umfüllen/ entleeren	abwerfen/ entleeren Behälterwechsel
Behälter	Abwasser- sammeltank	spezieller Abfallsammel- behälter	vorhandener Rest- abfallsammelbehälter (z.B. 1,1 MGB)	entfällt
Transport ab 2. Umschlag				
Entsorgungsturnus	entfällt		täglich	wöchentlich > wöchentlich
Übernahmemodus	entfällt		umfüllen/ entleeren	Behälterwechsel
Transportmodus	über externen Entsorger		über Transportdienst	
3. Umschlag/ Bereitstellung zur externen Entsorgung				
Ort der externen Entsorgung	3. Umschlag entfällt Abholung ab Knotenpunkt		Sonderabfallberei- stellungslager	Wirtschaftshof
Übergabemodus	entfällt		umfüllen/ entleeren	abwerfen/ entleeren Behälterwechsel

Behälter	spezieller Abfallsammelbehälter	vorhandener abfallsammelbehälter (z.B. Pressmüllcontainer)	Rest- (z.B. entfällt
externer Entsorgung			
Entsorgungsturnus	täglich	wöchentlich	> wöchentlich
Übernahmemodus	entfällt	umfüllen/ entleeren	Behälterwechsel
externe Entsorgung			
Entsorgungstechnik	Abwasser- aufbereitung	konventionelle Sonderabfallbehandlung	Restabfall- verbrennung

Bei zentralem Erfassungskonzept fallen entsprechend der oben dargestellten Entsorgungslogistik größere Mengen an Gelbwasser in flüssiger Form an. Auf Grund der Beschaffenheit und Menge eignet sich das Material besonders für eine abwassertechnische Behandlung. Weitere Details zur externen Entsorgung werden in Kapitel 6.4. diskutiert.

Für die Caritas-Klinik Pankow oder andere Krankenhäuser mit einem zentralen radiologischen Bereich kann die interne Entsorgungslogistik grundsätzlich analog gestaltet werden, sofern ausreichend Platz für die Aufstellung der Sanitärtechnik vorhanden ist.

6.2. Dezentrales Erfassungskonzept mit Trenntoiletten

6.2.1. Sanitärtechnik

Bei dem dezentralen Erfassungskonzept 1 ist die Urinsammlung mit einer Trenntoilette vorgesehen. Die Auswahl und die Funktion der Trenntoilette wurden im Kapitel 6.1.1. detailliert.

6.2.2. Integration in vorhandene Sanitärtechnik

Das zu untersuchende Erfassungskonzept sieht eine Sammelstelle des Patientenurins auf der Station vor. Zur Beurteilung, ob auf den betroffenen Stationen bereits vorhandene Sanitäreinrichtungen für diese Zwecke genutzt werden können, bzw. wo Möglichkeiten der Installation weiterer Trenntoiletten vorhanden sind, werden im Folgenden die räumlichen Gegebenheiten der Stationen überprüft. Hierzu müssen Beispielstationen ausgewählt werden.

Die Stationen der Caritas-Klinik Pankow sind in Bezug auf die räumliche Situation nahezu identisch, so dass der Aufbau anhand einer Beispielstation analysiert und auf andere Stationen übertragen werden kann. Im Gegensatz dazu sind die Stationen der Charité sehr bezüglich der räumlichen Situation sehr unterschiedlich. Am Beispiel der Station 61 der Strahlenklinik sollen im Folgenden die räumlichen Voraussetzungen bezüglich der sanitären Ausstattungen überprüft werden.

Zu den wesentlichen räumlichen Voraussetzungen zum Einbau von Trenntoiletten zählt die Möglichkeit des separaten Zugangs. Daher ist eine Integration der Sanitärtechnik zur separaten Sammlung in die Patientenzimmern ungeeignet.

Bei der Wahl der räumlichen Lage einer Trenntoilette sollte eine zu große Distanz zwischen Patientenzimmern der RKM-Patienten und der entsprechenden sanitären Einrichtung vermieden werden. Es ist zu berücksichtigen, dass vornehmlich orale Röntgenkontrastmittel abführende Wirkungen aufweisen können.

Mit dem Einbau einer Trenntoilette in das Stationsbad wären aufgrund des separaten Zugangs sowie der „zentralen“ räumlichen Lage zwei wesentliche Voraussetzungen gegeben.

Zur Beurteilung, wie viele Trenntoiletten auf der Station erforderlich sind, wurde das Patientenaufkommen überprüft. Eine Trenntoilette auf der Station ist für beide Krankenhäuser als ausreichend zu betrachten.

In beiden Krankenhäusern wurde mit der technischen Abteilung geprüft, dass der Einbau einer Trenntoilette und eines kleinen Tanks im Stationsbad technisch machbar ist. Es wären jedoch aufwendige Umbaumaßnahmen erforderlich.

Außerdem sind keine Aufenthalts- und Wartebereiche erforderlich.

„Getrennte Erfassung von iodorganischen Röntgenkontrastmitteln in Krankenhäusern“
 Abschlussbericht Projektphase 1 – April 2005

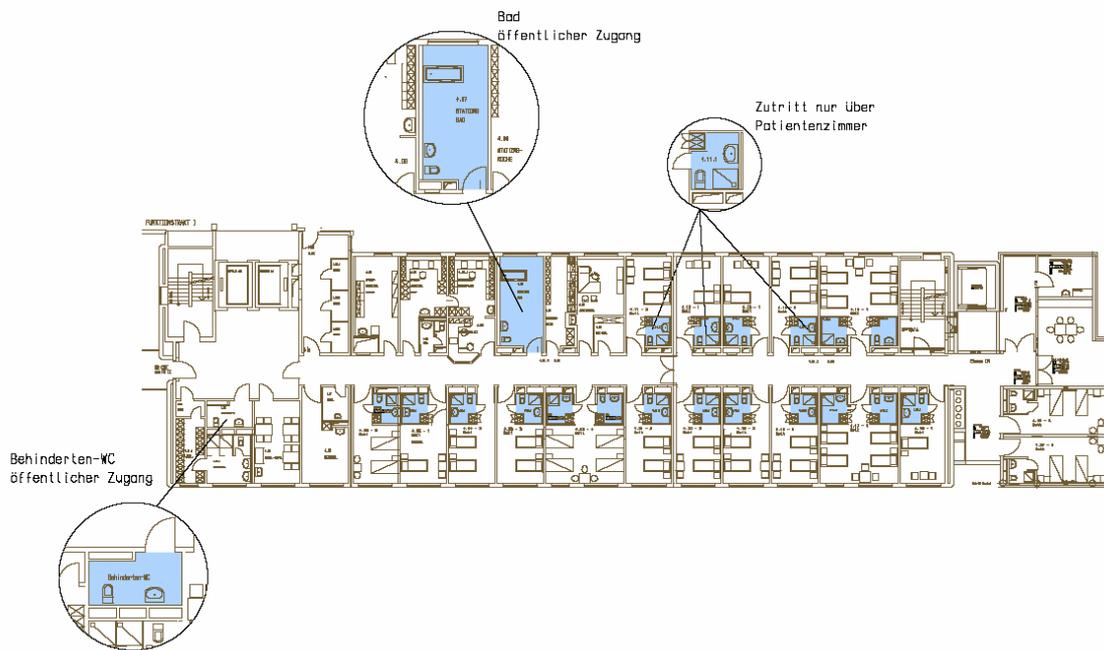


Abb. 20: Sanitäre Einrichtungen einer Beispielstation der Caritas-Klinik Pankow

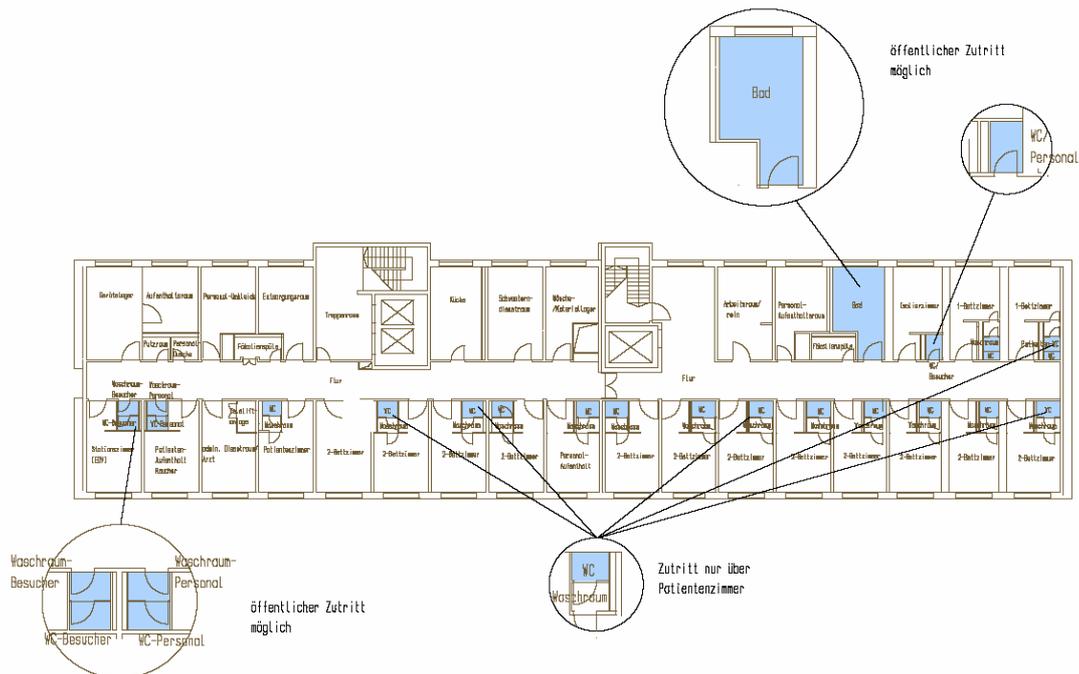


Abb. 21: Sanitäre Einrichtungen Station 61 – Strahlenklinik der Charité

6.2.3. Integration in den medizinischen Behandlungsablauf

Innerhalb der Radiologie

Es sind keine Integrationsmaßnahmen erforderlich, außer die Identifizierung des Patienten als „RKM-Patient“, beispielsweise mit einem farbigen Laufzettel.

Im stationären Bereich

Um den Einfluss dieses Erfassungskonzeptes auf den stationären Bereich abschätzen zu können, gilt es zunächst herauszufinden, wie viele RKM-Patienten sich durchschnittlich auf einer Station befinden und welche Stationen den größten Anteil an diesen Patienten haben.

In der Charité-CVK wird bei einem Vergleich der Patientenzahlen ersichtlich, dass Station 61 mit einem Aufkommen von maximal 8 RKM-Patienten pro Woche, die Station mit dem größten Anteil an RKM-Patienten im untersuchten Zeitraum darstellt. In der Caritas-Klinik stellen die relevanten Stationen 4 und 6 mit einem Aufkommen von in Summe durchschnittlich 8 RKM-Patienten pro Woche, die Stationen mit dem größten Anteil an RKM-Patienten dar.

In Abhängigkeit vom Patientenaufkommen sowie der Mobilität der Patienten wäre diese Form der Erfassung des Patientenurins mit einem gewissen zusätzlichen Personalaufwand verbunden. Aufgrund der häufig eingeschränkten Mobilität wäre nämlich eine Unterstützung der Patienten bei Toilettengängen durch das Personal unerlässlich. Insbesondere bei großen Distanzen zur Trenntoilette führt dies zu einem zusätzlichen Zeit- und Personalaufwand.

Neben den organisatorischen Aspekten ist auch die Akzeptanz dieser Variante vor allem durch die betroffenen Patienten zu betrachten. Hierbei sind insbesondere die physischen und psychischen Parameter zu berücksichtigen.

Organisatorische Änderungen

Zur Feststellung, welche organisatorischen Änderungen sich aufgrund der getrennten Erfassung mittels Trenntoilette auf der Station ergeben, wurden die gegenwärtigen Abläufe den erforderlichen, organisatorischen Maßnahmen zur Umsetzung der Erfassungsvariante gegenübergestellt (vgl. Abbildungen 22 und 23).

Auch bei dieser Lösung ergeben sich erste Veränderungen im Rahmen der Visite, wobei der Patient vom Stationsarzt über den Ablauf der getrennten Urinsammlung informiert wird (V.2.1).

Zur Information der Stationen, ob dem Patienten bei der CT-Untersuchung Röntgenkontrastmittel verabreicht wurden, wird dem Patienten eine schriftliche Mitteilung aus der Radiologie mitgegeben (V.2.2).

Nach der Rückkehr des Patienten nach der Untersuchung auf die Station wird die Eingangszeit dokumentiert, um somit den Erfassungszeitraum auch bei Schichtwechsel des Personals definieren zu können (V.2.3, V.2.4).

Die Benutzung der Trenntoilette durch die mobilen RKM-Patienten erfolgt im Zeitraum von 24 Stunden nach der CT-Untersuchung, ggf. mit Unterstützung durch das Stationspersonal. In dieser Zeit wird dem Patienten empfohlen, viel zu trinken (V.2.5, V.2.6, V.2.7).

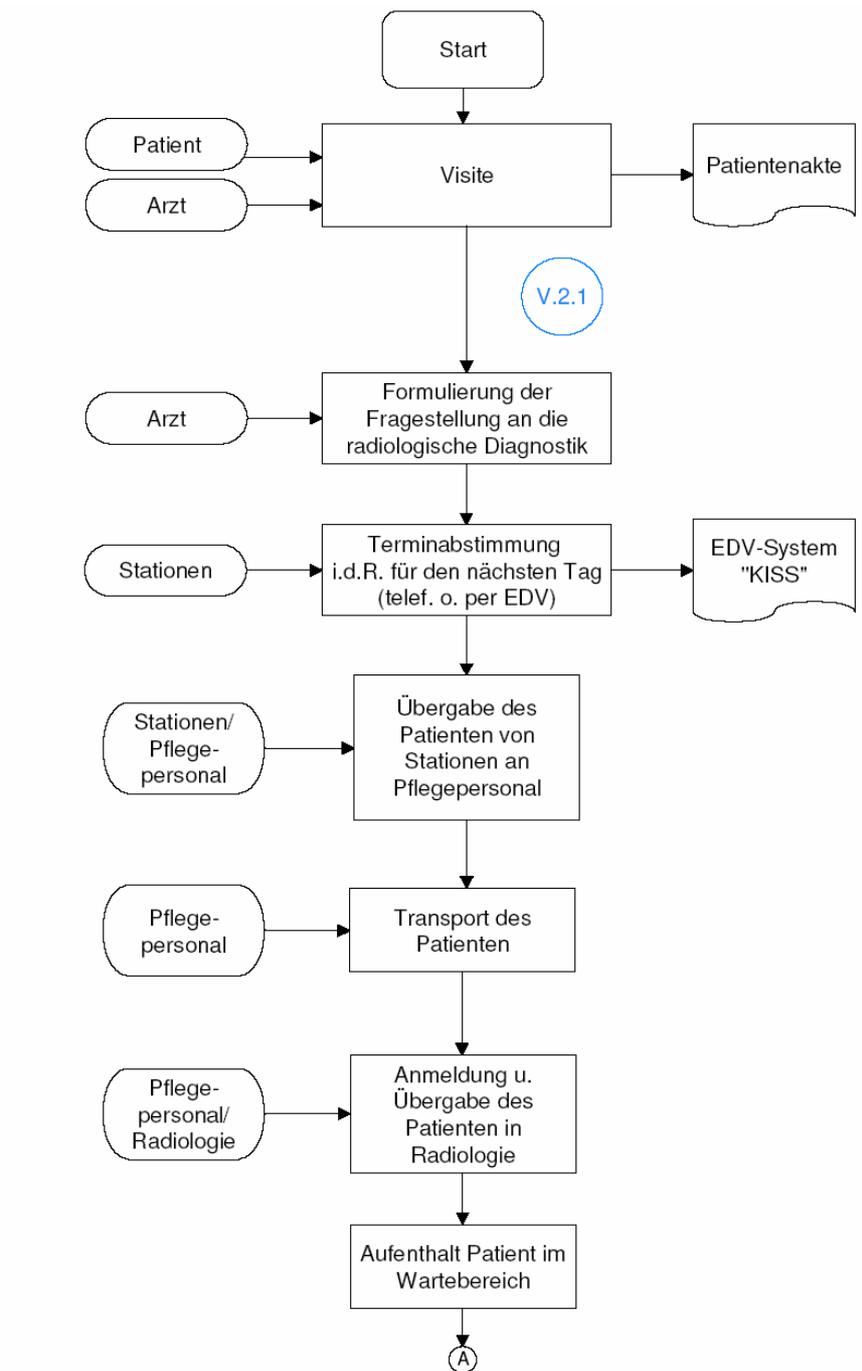
Den Patienten, die nicht die Trenntoilette benutzen können, werden Uringefäße zur Verfügung gestellt, welche vom Stationspersonal nach Gebrauch in die Trenntoiletten entleert und anschließend gereinigt werden (V.2.8).

Detaillierte Beschreibungen zu den jeweiligen Prozessänderungen sowie Abschätzungen des zusätzlichen Zeitaufwandes sind im Anhang 11 und 12 zusammengefasst.

Es wurde der folgende Zeitaufwand für das dezentrale Konzept 1 ermittelt:

	Charité-CVK	Caritas-Klinik
Stationsarzt (Aufklärung)	153 Min/Woche	50 Min/Woche
Betreuungskraft (Station)	1221 Min/Woche	386 Min/Woche
Betreuungskraft (Radiologie)	61 Min/Woche	30 Min/Woche
Interne Entsorgungstransporte	15 Min/Woche	5 Min/Woche

Abb. 22: Organisatorische Änderungen: dezentrales Erfassungskonzept 1 in der Caritas-Klinik



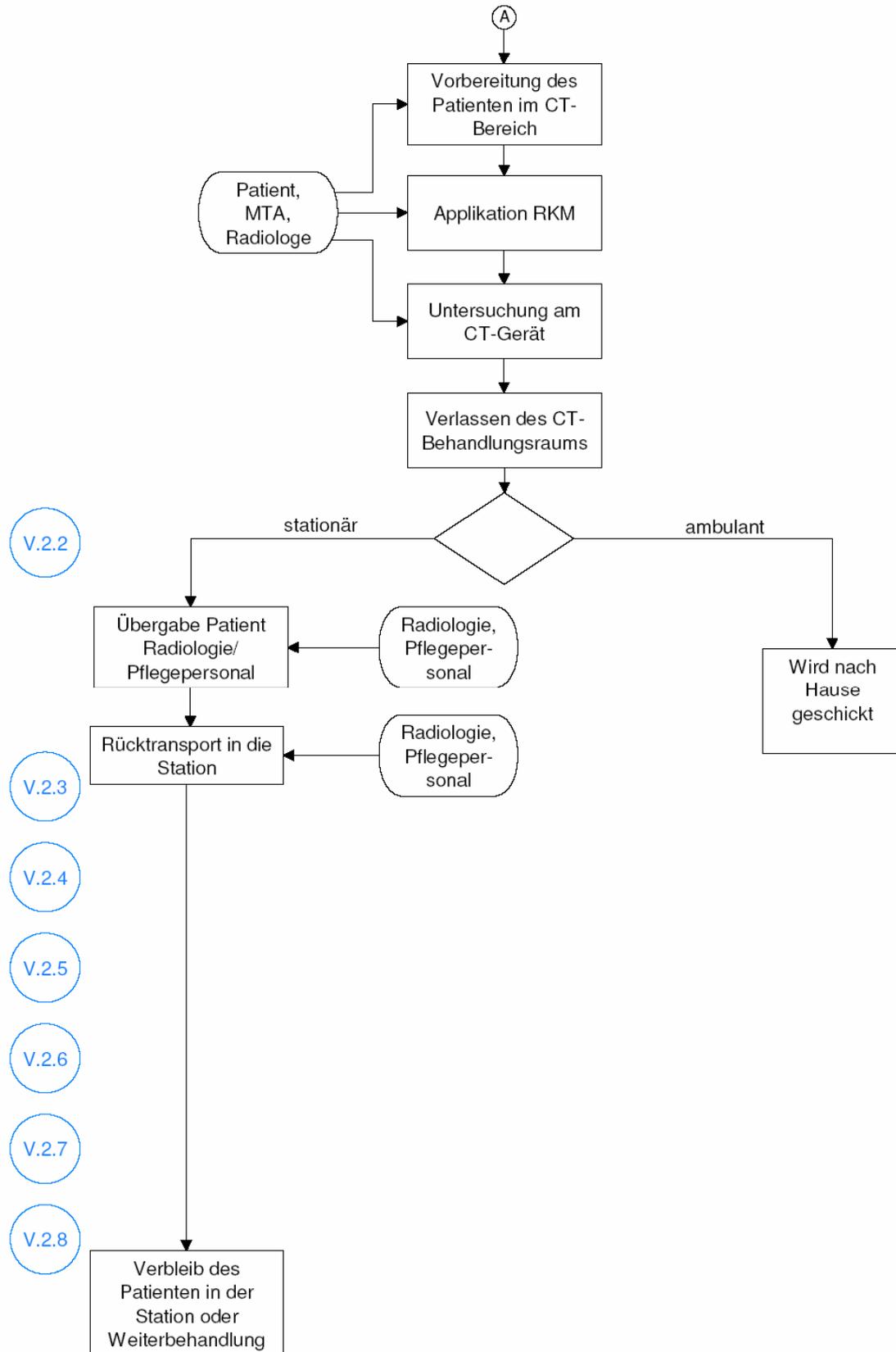
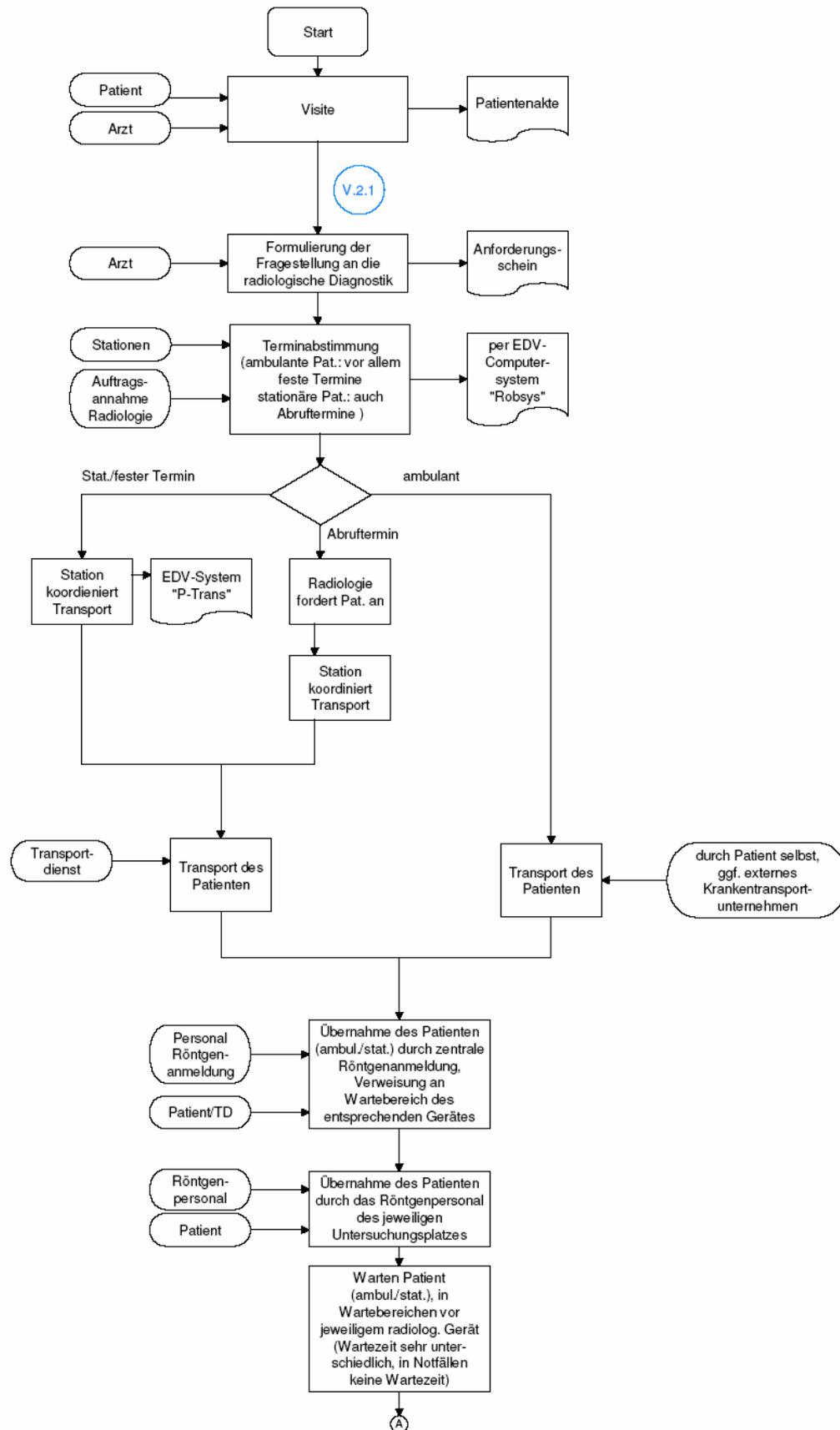
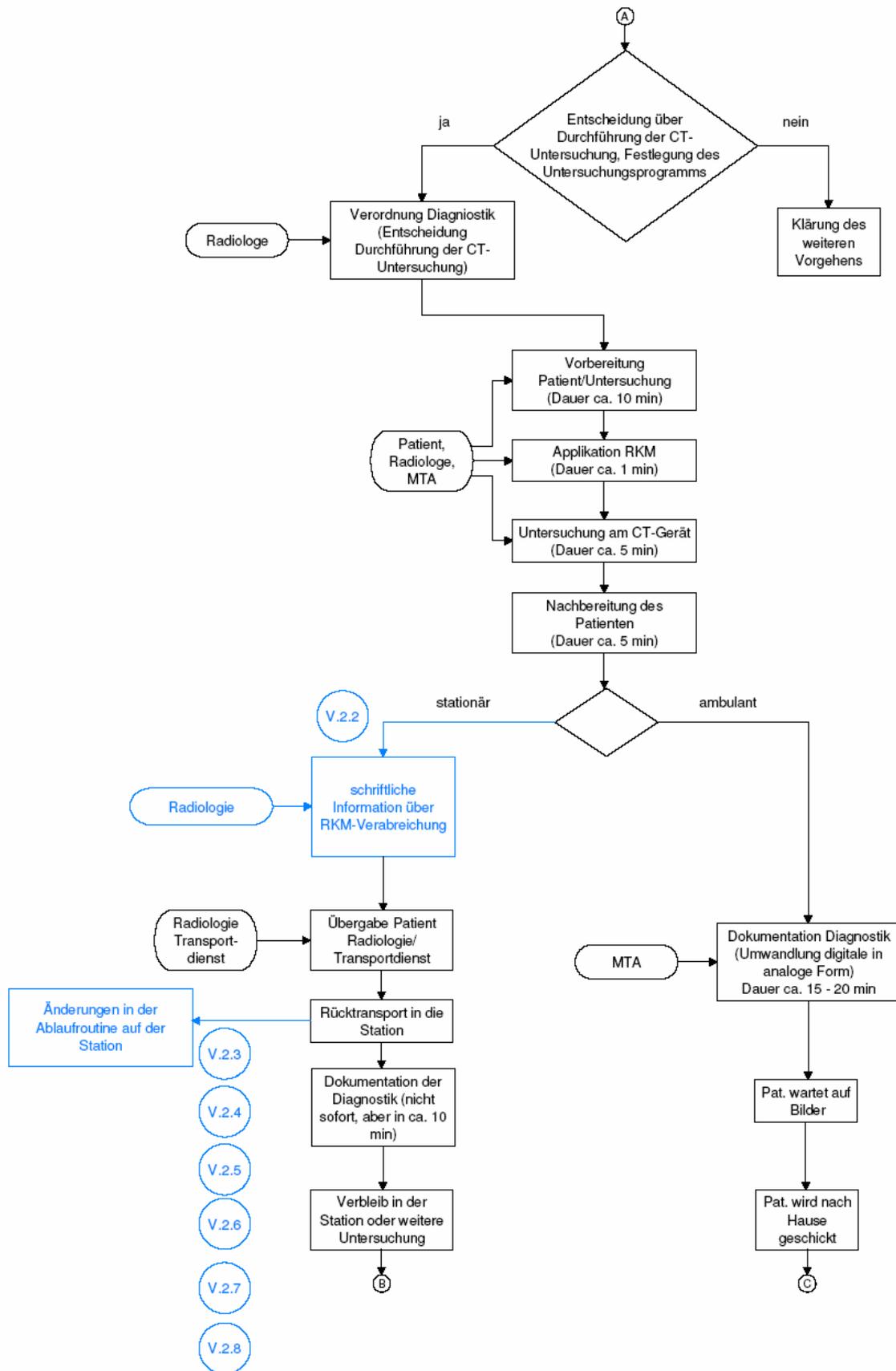
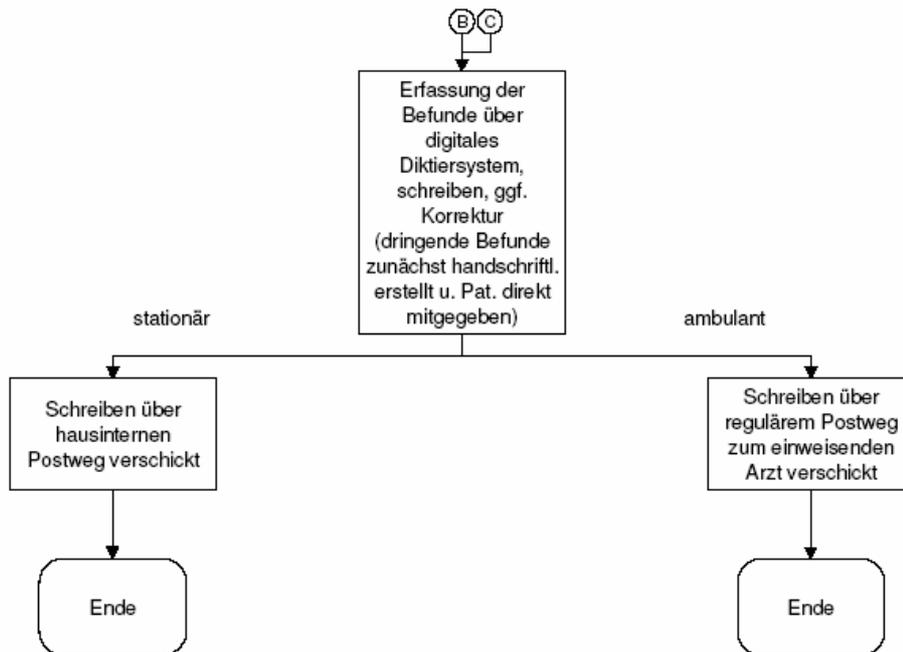


Abb. 23: Organisatorische Änderungen: dezentrales Erfassungskonzept 1 in der Charité-CVK







- V.2.1: Information des Patienten über Verfahren der getrennten Urinsammlung (Stationsarzt)
- V.2.2: Schriftliche Mitteilung über RKM-Verabreichung und Untersuchungszeit (Radiologie)
- V.2.3: Dokumentation Rückkehr (Eingangszeit) des Patienten auf die Station (Stationsschwester)
- V.2.4: Schichtdokumentation (Stationsschwester)
- V.2.5: Überprüfung der Ausscheidungsform des Patienten (Stationsschwester)
- V.2.6: Getränkeversorgung des Patienten (Stationsschwester)
- V.2.7: ggf. Unterstützung des Patienten beim Toilettengang (Stationsschwester)
- V.2.8: Entleerung von Uringefäßen in Trenntoiletten (bei RKM-Patienten, die die Trenntoilette nicht benutzen können) (Stationsschwester)
- V.2.9: Entleerung der Sammelbehälter zum Wirtschaftshof in einer Sammeltour (Reinigungs-/Transportdienst)

6.2.4. Innerbetriebliche Entsorgungslogistik

Bei Einsatz von Trenntoiletten dezentral in Stationen, die besonders häufig RKM-Patienten behandeln ist eine Anbindung der Sanitäreinrichtungen an einen zentralen Abwassersammeltank nur in Ausnahmefällen wirtschaftlich realisierbar. Sie bietet sich nur an, wenn entsprechende bauliche und räumliche Gegebenheiten vorhanden sind, die es erlauben mehrere Stationen an einen Gelbwasserstrang anzuschließen und dabei eine große Menge an Urin zu erfassen. Andernfalls ist das Gelbwasser dezentral in Behälter zu sammeln. Je nach Situation ist der Behälter über eine Hebeanlage aus der Trenntoilette heraus zu befüllen, sofern das vorhandene natürliche Niveau nicht ausreicht (siehe hierzu auch Kapitel 6.2.1.). Die dezentrale Sammlung hat darüber hinaus den Vorteil, dass bei Umzug der Stationen in andere Bereiche, leichter eine Anpassung der RKM-Erfassung erfolgen kann.

Für die Gestaltung der Entsorgungslogistik wird in den beiden Krankenhäusern davon ausgegangen, dass die eingesetzte Sanitärtechnik die erfassten Urinmengen in dezentral aufgestellten Behältern sammelt. Aufgabe der Entsorgungslogistik ist es somit, die dezentral erfassten Mengen der Schwerpunktstationen an einem Punkt im Krankenhaus zusammenzuführen und der externen Entsorgung zu übergeben.

Die Größe des Sammelbehälters ist dabei so zu bemessen, dass im Rahmen der vorgesehenen Behälterwechselzyklen das anfallende Volumen sicher aufgenommen werden kann. Ein wöchentlicher Entleerungszyklus wird empfohlen auch wenn bei Erfassung von Urin keine hygienischen Probleme zu erwarten sind. Das Auftreten von unangenehmen Gerüchen ist dadurch zu vermeiden, dass die Sammelbehälter der dezentralen Trenntoiletten an die Entlüftung der konventionellen Abwasserleitung angebunden werden. Entsprechend der Ergebnisse in den beiden Krankenhäusern ist in den Schwerpunktstationen damit zu rechnen, dass pro Woche ca. 5 Patienten nach radiologischen Untersuchungen für eine getrennte Erfassung in Frage kommen. Entsprechend ist eine Urinmenge von 7,5 L pro Woche im Sammelbehälter zu fassen.

Unter Berücksichtigung von Spitzenwerten und einem Sicherheitspuffer sind daher Behälter einer Größe von 10 bis 25 L für die Sammlung an den Trenntoiletten geeignet. Behälter dieser Größe finden auch in den üblicherweise beengten räumlichen Gegebenheiten einer Station Platz. Der Behälterwechsel und die Entsorgung durch die Mitarbeiter des Reinigungs- oder Transportdienstes können unter dem Gesichtspunkt der Handhabbarkeit problemlos erfolgen. Das für die Entsorgung eingesetzte Personal sollte so ausgesucht werden, dass Behälter mit einem Gewicht von bis zu 25 kg gehoben werden können. Alternativ sind kleinere Behälter oder Hilfsmittel für das Handling einzusetzen.

Bei Entsorgung der Sammelbehälter ist auf ein Umfüllen der Flüssigkeiten vor Ort aus hygienischen Gründen zu verzichten, die Behälter sollten im Wechselverfahren gegen gereinigte leere Behälter bzw. neue getauscht werden. Die Sammelbehälter werden im Krankenhaus an einem zentralen Punkt gesammelt und dem externen Entsorger zur Abholung bereit gestellt. Die Transporte zum zentralen Übergabepunkt erfolgen dabei je nach räumlicher Struktur des Krankenhauses und Organisation der Transportaufgaben in mehreren Transportschritten. Dabei sollte ein Umfüllen der Behälter unterbleiben, vielmehr sind die Sammelbehälter unverändert weiterzutransportieren.

**Tabelle 8: Gestaltungsvarianten der Entsorgungslogistik
 bei dezentraler Sammlung mit Trenntoiletten**

Sammlung				
Erfasste Fäkalien	nur flüssig		nur fest	flüssig und fest
Art der Erfassung	Nutzung von Sanitäreinrichtung durch Patient		Erfassung in Mehrwegbehältern (Urinal, Steckbecken)	
Zuständigkeit für Sammlung	entfällt		Holsystem durch Pflege	Bringsystem durch Patient
1. Umschlag/Bereitstellung (in der Radiologie oder auf der Station)				
Umschlagsmodus	entfällt		umfüllen/entleeren	abwerfen
Technik für Umschlag	entfällt	Trenntoilette	Steckbecken-spüle	Ausguss Deckelsack/ Absorbens
Behälter	entfällt/ Anbindung an Gelbwasser- leitung	ortsnahe Abwasser- sammeltank (unreiner Arbeitsraum)	spezieller Abfallsammel- behälter	vorhandener Restabfall- sammelbehälter
Transport ab 1. Umschlag				
Entsorgungsturnus	kontinuierlich	täglich	2 x wöchentlich	1 x wöchentlich
Übernahmemodus	entfällt		umfüllen/entleeren	Behälterwechsel
Transportmodus	über Rohrleitung		über Transport-/ Reinigungsdienst	
2. Umschlag/ Bereitstellung (Knotenpunkt in Gebäude)				
Übergabemodus	entfällt		umfüllen/ entleeren	abwerfen/ entleeren
Behälter	Abwasser- sammeltank	spezieller Abfallsammel- behälter	vorhandener Rest- abfallsammelbehälter (z.B. 1,1 MGB)	entfällt
Transport ab 2. Umschlag				
Entsorgungsturnus	entfällt		täglich	wöchentlich > wöchentlich
Übernahmemodus	entfällt		umfüllen/entleeren	Behälterwechsel
Transportmodus	über externen Entsorger		über Transportdienst	
3. Umschlag/ Bereitstellung zur externen Entsorgung				
Ort der externen Entsorgung	3. Umschlag entfällt Abholung ab Knotenpunkt		Sonderabfallberei- stellungslager	Wirtschaftshof
Übergabemodus	entfällt		umfüllen/ entleeren	abwerfen/ entleeren
				Behälterwechsel

Behälter	spezieller Abfallsammelbehälter	vorhandener abfallsammelbehälter (Pressmüllcontainer)	Rest- (z.B. entfällt	
externer Entsorgungstransport				
Entsorgungsturnus	täglich	wöchentlich	> wöchentlich	
Übernahmemodus	entfällt	umfüllen/ entleeren	Behälterwechsel	
externe Entsorgung				
Entsorgungstechnik	Abwasser- aufbereitung	konventionelle Sonderabfallbehandlung	Restabfall- verbrennung	

Mit der oben dargestellten Entsorgungslogistik stehen zur externen Entsorgung je nach Größe des Hauses und Anzahl der angebundenen Schwerpunktstationen pro Woche 2 (Caritas-Klinik Pankow) bis 6 (Charité - CVK) flüssigkeitsgefüllte Sammelbehälter zur Entsorgung an.

Je nach den Anforderungen der externen Entsorgungsanlage sind die eingesammelten Behälter am zentralen Sammelpunkt ggf. weiter zu bearbeiten. Das Umfüllen der Sammelbehälter in einen größeren Abwassersammeltank bietet sich insbesondere an, wenn eine Abwasserbehandlung folgt. Bei Entsorgung über die Sonderabfallverbrennung ist darauf zu achten, dass Einwegbehälter zur Sammlung eingesetzt werden, die von der Größe her für eine Sonderabfallverbrennung geeignet sind (< 60 L) und die unproblematisch für den Verbrennungsprozess sind (Material z.B. Polypropylen). Für die Entsorgung in einer Restabfallverbrennungsanlage sind die Flüssigkeitsmengen in den Sammelbehältern z.B. durch Zugabe von Gelbildern zu binden. Weitere Details zur externen Entsorgung werden in Kapitel 6.4. diskutiert.

Für die mit der innerbetrieblichen Entsorgungslogistik verbundenen Transportvorgänge ist ein zusätzlicher Personalaufwand verbunden, der im Rahmen der Wirtschaftlichkeit der Erfassungskonzeption zu berücksichtigen ist.

6.3. Dezentrales Erfassungskonzept mit mobilen Urinbehältern

6.3.1. Sanitärtechnik

Bei dem zweiten dezentralen Erfassungskonzept wird der Urin in mobilen Urinbehältern gesammelt. Bei bettlägerigen Patienten können Urinflaschen für männliche Patienten bzw. Steckbecken bei weiblichen Patienten benutzt werden, wie es bereits erfolgt. Bei mobilen Patienten können Sammelurinbehälter verteilt werden, die bereits bei einigen Patienten zur Urinsammlung für spezifische Analysen benutzt werden.

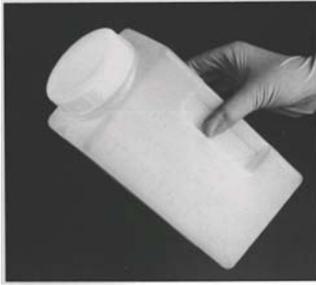
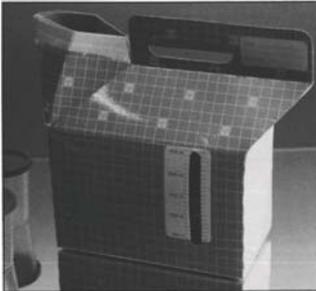
Die getrennte Sammlung erfolgt 24h nach der Untersuchung. Die Urinbehälter werden dann von den Pflegekräften im unreinen Arbeitsraum gesammelt.

Vorteil der Erfassungskonzeption mit Urinbehältern sind die vielfältigen Möglichkeiten für die Erfassung des RKM-Urins. Wie einleitend dargestellt wurde stehen Behälter zur Verfügung, die es erlauben sowohl mobilen wie nicht mobilen Patienten die getrennte Erfassung des Urins zu ermöglichen.

Mobile Patienten können durch die Nutzung von Sammelurinbehältern eigenständig über 24 Stunden die getrennte Erfassung organisieren. Dabei können sie auch die vorhandenen Stations-WCs nutzen. Bei Einsatz von Einwegsammelurinbehältern können diese nach Zugabe von Gelbildern direkt der Restabfallfraktion zugegeben werden. Ein zusätzlicher Sammelbehälter entfällt.

Nicht mobile Patienten nutzen Urinflaschen und Steckbecken und die Pflegekräfte entleeren den Urin in Sammelbehälter. Hier können z.B. Deckelsackständer verwendet werden, die das Material unter Zugabe von Gelbildern aufnehmen. Die Deckelsäcke können fest verschlossen der Restabfallfraktion zugegeben werden.

<p>Urinflasche:</p> <ul style="list-style-type: none">▪ gehört zur Standardausrüstung der Station▪ Nutzung durch männliche Patienten▪ gängige Praxis bei nicht mobilen Patienten▪ Anwendung durch Patienten oder Pflegepersonal bei jedem "Toilettengang"▪ Entleerung durch Pflegepersonal in Sammelbehälter▪ danach Reinigung und Bevorratung im unreinen Arbeitsraum	
<p>Steckbecken:</p> <ul style="list-style-type: none">▪ gehört zur Standardausrüstung der Station▪ gängige Praxis bei nicht mobilen Patienten▪ Entleerung/Reinigung in Steckbeckenspüle	

<p>Sammelurinbehälter:</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Gängige Praxis bei bestimmten diagnostischen Fragestellungen▪ Dient der Urinerfassung über 24 Stunden▪ Anwendung i.d.R. durch entsprechend mobile Patienten▪ Einmalige Ausgabe durch Pflegekraft an mobile Patienten▪ Anwendung durch Patienten bei jedem "Toilettengang"▪ nach 24 h Entleerung in Kanister oder Abwurf des Einwegbehälters in Restabfall ggf. nach Zugabe von Gelbilder▪ Mehrwegbehälter werden gereinigt, Einwegbehälter neu beschafft	 <p>Mehrweg</p>  <p>Einweg</p>
<p>Deckelsack</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Vereinzelt Anwendung in Krankenhäusern▪ Eignung zur Erfassung sowohl fester als auch flüssiger Ausscheidungen▪ Deckelsack wird in vorhandene Toilette oder mobilen Toilettensitz gehängt▪ Nach Verschluss kann Deckelsack ohne Umfüllen weiter gehandhabt und entsorgt werden, ggf. Zugabe von Gelbilder.▪ Anwendung durch mobile Patienten bei jedem "Toilettengang"	

6.3.2. Integration in vorhandene Sanitärtechnik

Im Folgenden gilt es herauszufinden, ob die vorhandenen Räumlichkeiten eine Erfassung des Urins für dieses Erfassungskonzept zulassen. Hierzu ist zu prüfen, ob in den betroffenen Stationen der Krankenhäuser genügend Fläche zur Entleerung der Sammelbehälter vorhanden ist.

Die Sammlung von Patientenurin in entsprechenden Gefäßen zählt in allen Krankenhäusern bereits zu den gängigen Erfassungsformen. Die Entleerung der Sammelgefäße erfolgt in unreinen Arbeitsräumen. In diesen Räumen befindet sich eine Fäkalienspüle zur Entleerung und gleichzeitigen Reinigung der Gefäße.

Mit der Nutzungsmöglichkeit dieser Räumlichkeiten für die gleichzeitige Entleerung der Behältnisse für die RKM-Patienten, sind die räumlichen Voraussetzungen für die zu untersuchende Variante gegeben.

Es sind keine Integrationsmaßnahmen erforderlich, außer die Identifizierung des Patienten als „RKM-Patient“, beispielsweise mit einem farbigen Laufzettel.

Im stationären Bereich

Ausgehend von den Patientenzahlen kann die Anzahl der Patienten, deren Urin auf der Station mittels Gefäßen gesammelt und entsorgt wird und der entsprechende Mehraufwand abgeschätzt werden.

Basierend auf den Patientendaten im Untersuchungszeitraum kann im Durchschnitt für alle Stationen in der Caritas-Klinik in Summe von 16 RKM-Patienten pro Woche ausgegangen werden. In der Charité-CVK kann für die 6 Schwerpunktstationen in Summe ein Patientenaufkommen von im Durchschnitt 24 RKM-Patienten pro Woche abgeschätzt werden.

Obwohl sich der Gesamtanteil der bezüglich der Urinsammlung zu betreuenden Patienten zahlenmäßig nicht wesentlich erhöht, ist von einem deutlichen Mehraufwand für das Stationspersonal auszugehen. Der zeitliche Mehraufwand für das Stationspersonal wird mit ca. 8 Anwendungen pro Patient und Tag abgeschätzt.

Da eine gezielte RKM-Sammlung unter Anwendung von Uringefäßen nur unter der Bereitschaft und Beteiligung der betroffenen Patienten erfolgen kann, ist eine vorherige Aufklärung dieser Patienten durch das Personal besonders wichtig. Der ärztliche RKM-Aufklärungsaufwand für einen Patienten, der mit den Untersuchungs- und Behandlungsmethoden nicht vertraut ist, wird mit durchschnittlich ca. 5 Min/Patient angenommen.

Eine deutliche Kennzeichnung der Uringefäße ist für eine getrennte Erfassung besonders wichtig. Die Weiterbehandlung der Behältnisse nach der Entleerung entspricht den Hygieneanforderungen der herkömmlichen Gefäße, welche bei 80 bis 90 °C desinfiziert werden.

Organisatorische Änderungen

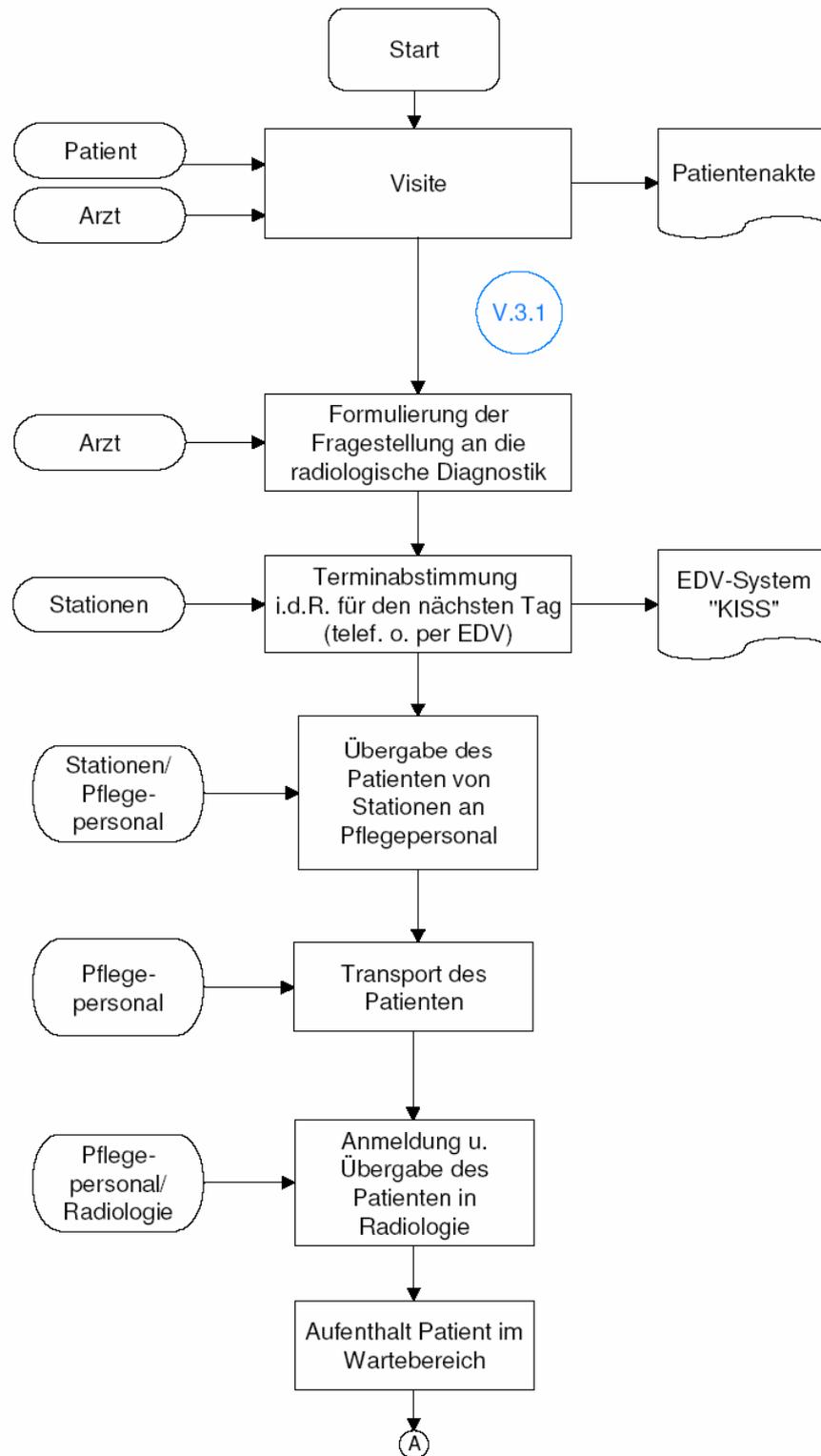
Die organisatorischen Änderungen dieser Variante sind weitgehend analog der dezentralen Lösung 1 (siehe Kapitel 6.2.3.). Im Unterschied zum Einsatz von Trenntoiletten bei der dezentralen Lösung 1 werden Erfassungsgefäße durch das Stationspersonal an die Patienten ausgeteilt, eingesammelt und in Sammelbehälter entleert.

Veränderung der Ablaufroutine sind in den Abbildungen 26 und 27 dargestellt. Der zusätzliche Zeitaufwand für das Personal wurde ermittelt und ist im Anhang 13 und 14 detailliert.

Es wurde der folgende Zeitaufwand für das dezentrale Konzept 2 ermittelt:

	Charité-CVK	Caritas-Klinik
Stationsarzt (Aufklärung)	153 Min/Woche	50 Min/Woche
Betreuungskraft (Station)	132 Min/Woche	34 Min/Woche
Betreuungskraft (Radiologie)	61 Min/Woche	30 Min/Woche
Interne Entsorgungstransporte	90 Min/Woche	30 Min/Woche

Abb. 26: Organisatorische Änderungen: dezentrales Erfassungskonzept 2 in der Caritas-Klinik



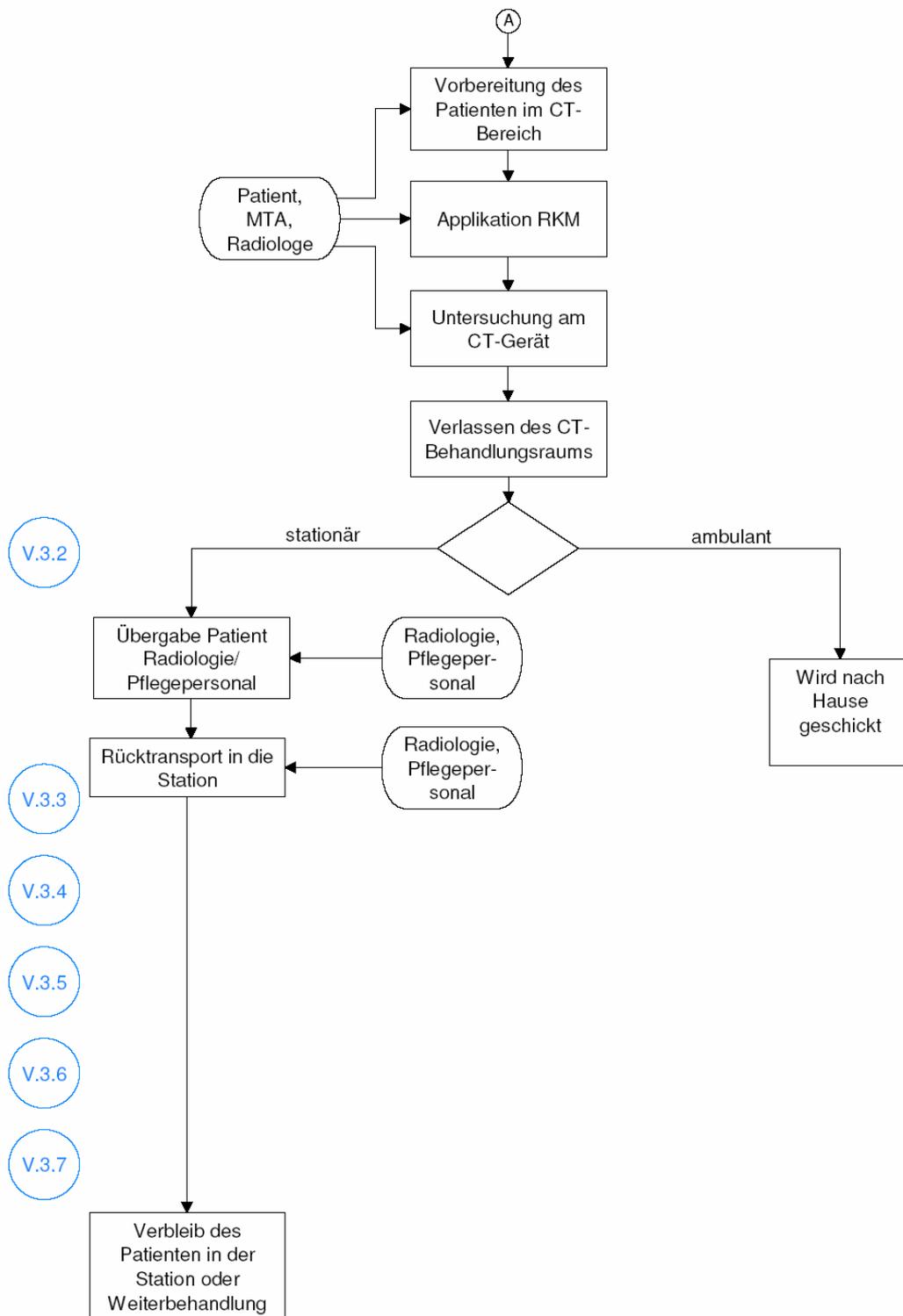
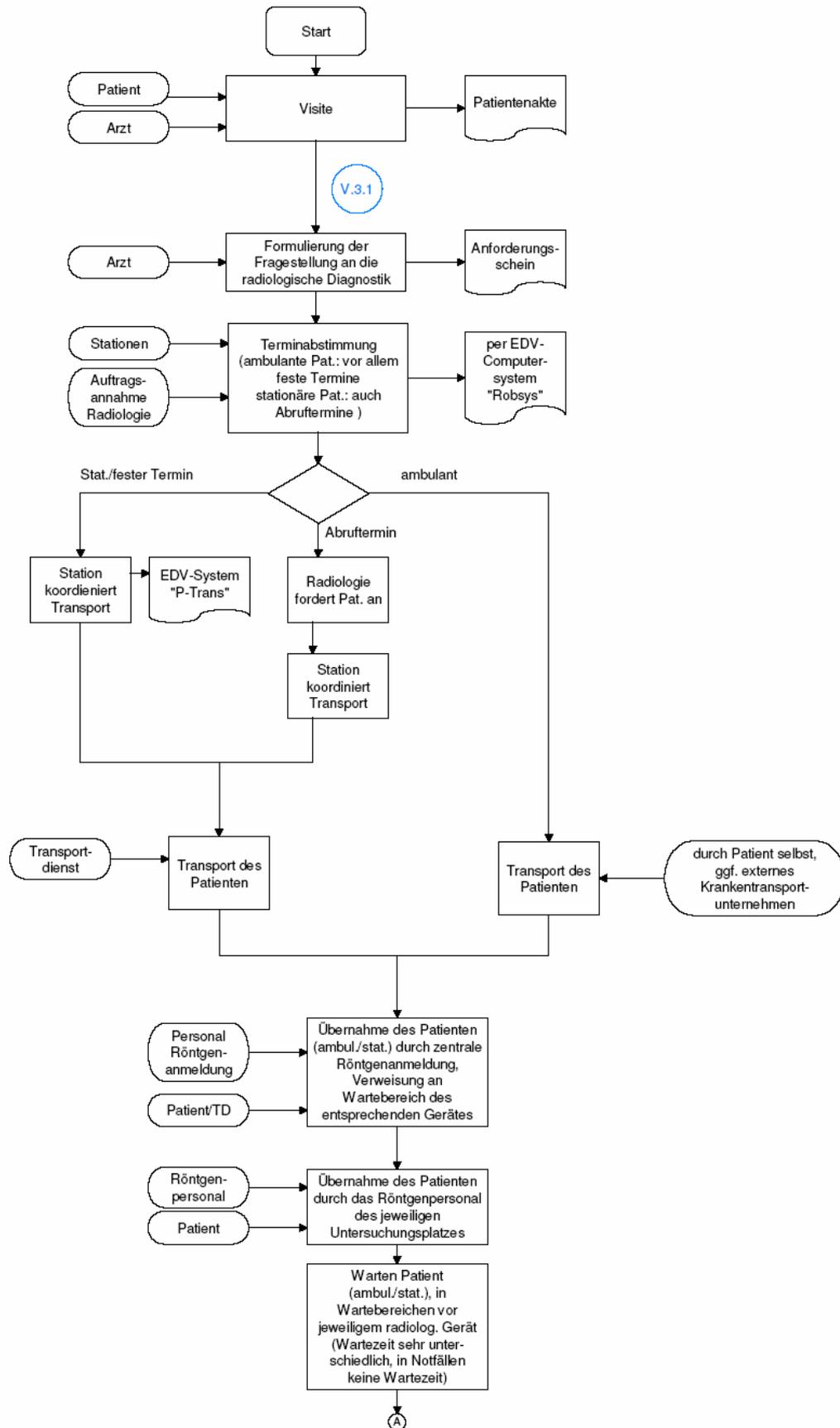
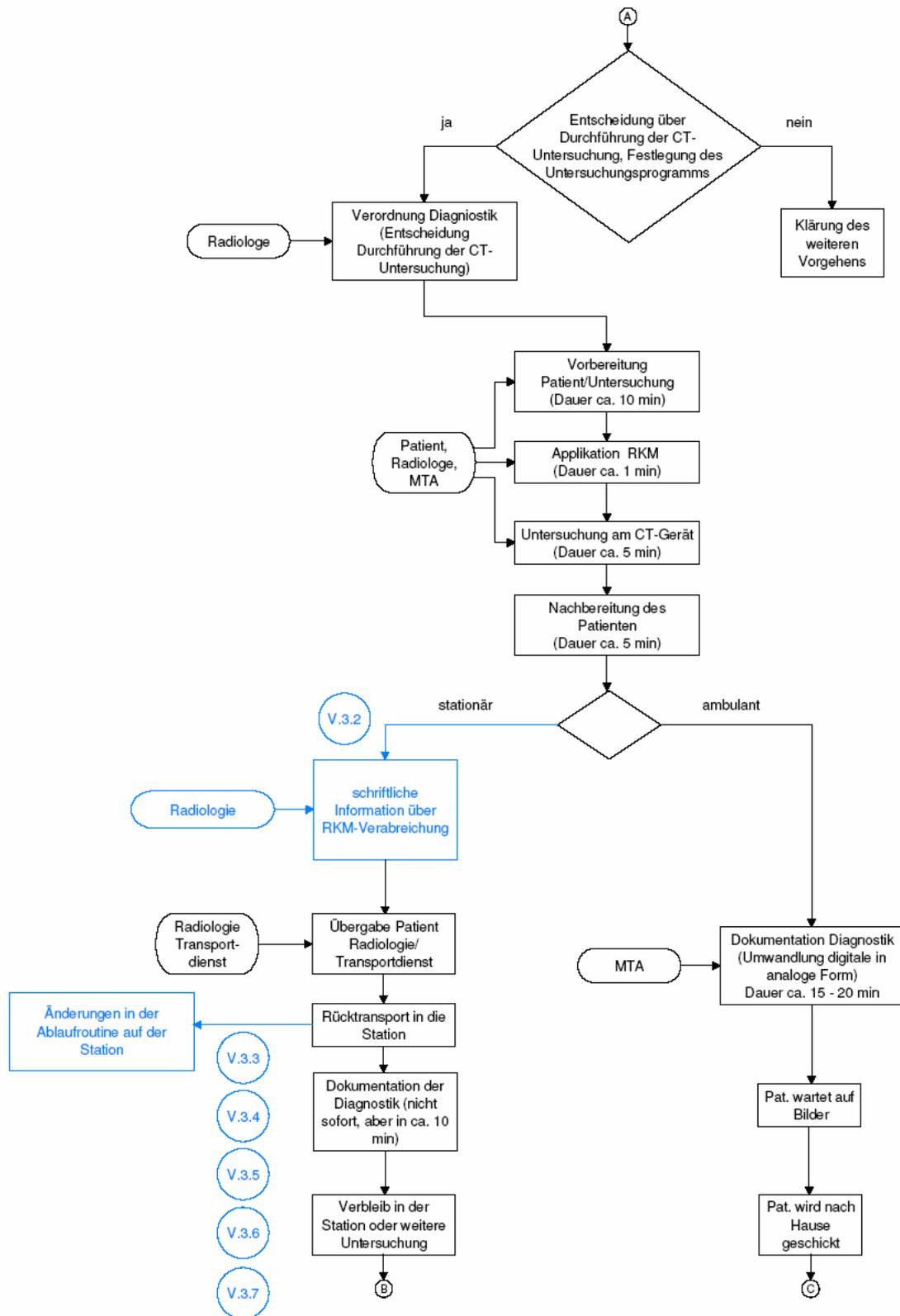
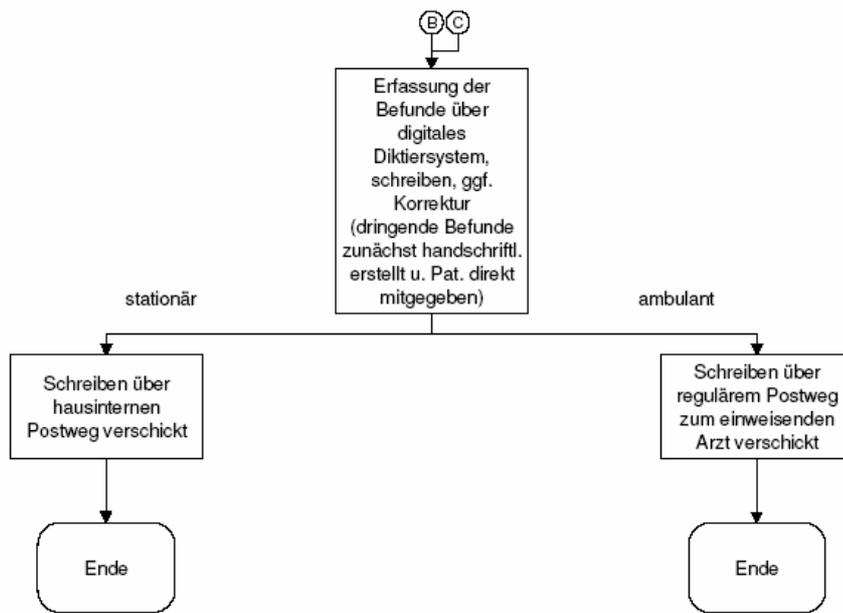


Abb. 27: Organisatorische Änderungen: dezentrales Erfassungskonzept 2 in der Charité-CVK





„Getrennte Erfassung von iodorganischen Röntgenkontrastmitteln in Krankenhäusern“
Abschlussbericht Projektphase 1 – April 2005



6.3.4. Innerbetriebliche Entsorgungslogistik

Wie in Kapitel 6.3.1. dargestellt, wird der RKM-belastete Urin in dieser Erfassungskonzeption in unterschiedlichsten Behältern dezentral beim Patienten erfasst. Die Urinflaschen, Steckbecken oder Sammelurinbehälter sind, sofern nicht Einwegbehälter eingesetzt werden, im unreinen Arbeitsraum durch das Stationspersonal in geeignete Sammelbehälter zu entleeren.

Für die Entleerung von Urinflaschen und Steckbecken werden zurzeit standardmäßig Steckbeckenspülen verwendet. Die mit RKM belasteten Ausscheidungen sind in einem separaten Sammelbehälter zu erfassen. Hierfür kommen mehrere Möglichkeiten in Frage, die sich hinsichtlich Komfort und Grad der Technisierung unterscheiden.

Steckbeckenspüle

Steckbeckenspülen gehören zur üblichen Entleerungstechnik im stationären Alltag. Die Ausrüstung einer Station mit Steckbeckenspülen, die geeignet sind, die RKM-Sammelbehälter in ein separates Erfassungssystem zu entleeren bietet somit einen hohen Komfort für das Personal und lässt eine hohe Akzeptanz erwarten. Aus Platzgründen optimal ist der Einbau einer Steckbeckenspüle, die sowohl für normale Steckbecken, als auch für die Sammlung von RKM-belasteten Ausscheidungen verwendet wird. Denkbar ist, dass z.B. auf Knopfdruck der Urin von RKM-Patienten in einen separaten Behälter oder ein separates Abwassersystem entleert wird. Derzeit ist ein entsprechendes System nicht am Markt verfügbar, die Konstruktion eines Prototyps wurde aber von der Fa. Disher in Aussicht gestellt.

Ausguss

Die Konstruktion eines speziellen Ausgusses für die Entleerung von Erfassungsbehältern stellt eine weitere Möglichkeit dar. Auch hier ist denkbar, den vorhandenen Ausguss im unreinen Arbeitsraum durch einen „intelligenten“ Ausguss zu ersetzen, der „auf Knopfdruck“ die zu entsorgenden Flüssigkeiten in ein separates RKM-Erfassungssystem oder in die normale Abwasserleitung entleert. Für die RKM Fraktion bietet sich wiederum alternativ der Anschluss an eine Gelbwasserleitung oder ein dezentraler Sammelbehälter an. Die Fa. Disher steht auch hier für die Konstruktion eines Prototypen zur Verfügung. Eine Aussage zu den Kosten steht noch aus.

Kanister/ Eimer

Für das Entleeren von Sammelbehältern kommen auch Kanister ggf. in Verbindung mit einem Trichter oder Eimer in Frage. Als Nachteil ist hier die unkomfortable Handhabung zu nennen. Öffnen des Kanisters/ Eimers, Handhabung und ggf. Reinigung des Trichters bedeuten einen zusätzlichen Aufwand für das Pflegepersonal. Von Vorteil ist dagegen, dass Kanister und Eimer flexibel verteilt und im unreinen Arbeitsraum oder an anderer Stelle untergebracht werden können. Festeinbauten sind nicht erforderlich. Aus Sicht der Hygiene und Arbeitssicherheit werden Eimer bevorzugt, da eine bessere Zugänglichkeit gegeben ist und



<p>das Hantieren mit einem Trichter entfällt.</p> <p>Je nach der weiteren Entsorgung können Ein- oder Mehrwegebehälter eingesetzt werden. Einwegbehälter, die mit den Abfällen zusammen in einer Sonderabfallverbrennungsanlage entsorgt werden sollen, sollten aus einem entsprechend gut brennbaren Material hergestellt sein.</p>	
<p>Deckelsack</p> <p>Auch für den Umschlag können verschließbare Sacksysteme (z.B. Deckelsack) zum Einsatz kommen. Die Sammelbehälter können in einen Deckelsack entleert werden, wobei bei Bedarf Gelbilder zugegeben werden können, die alle zugegebenen Flüssigkeiten wie in einer Windel binden. Die Auslaufsicherheit für die weitere Handhabung der Säcke kann so gewährleistet werden und die weitere Handhabung ist erleichtert.</p> <p>Auf diese Art konditioniert können die Deckelsäcke gemeinsam mit dem weiteren Restabfall entsorgt und in den nächsten geeigneten Restabfallcontainer gegeben werden.</p>	
<p>Direkter Abwurf in Restabfall</p> <p>Sofern bei der Erfassung Einwegsammelbehälter ggf. unter Zusatz von Gelbildern verwendet werden (Sammelurinbehälter, Deckelsäcke), können diese direkt über den Restabfall entsorgt werden, so dass keine zusätzlichen Abfallsammelbehälter erforderlich sind.</p>	

Auf Grund der hohen Kosten, die mit Konstruktion und Installation von Steckbeckenspülen oder Ausgüssen verbunden sind, wird angesichts der pro Station geringen zu erwartenden Mengen die Nutzung von einfachen Behältersystemen zur Sammlung im unreinen Arbeitsraum favorisiert. Diese bieten auch die Möglichkeit, den Einsatz flexibel an die Bedürfnisse der Mitarbeiter und die veränderte Nutzung der Räumlichkeiten anzupassen.

Ob nur Urin oder daneben auch die festen Ausscheidungen erfasst werden und weiter zu handhaben sind, entscheidet wesentlich über die Gestaltung der Entsorgungslogistik. Es wird empfohlen, nur die flüssigen Ausscheidungen zu erfassen, da hier der überwiegende Anteil der RKM vorliegt. Die weitere Handhabung und Behandlung des Urins ohne feste

Ausscheidungen ist aus hygienischer und technischer Sicht weitaus besser durchzuführen. Der weitere Weg bis zur Entsorgungsanlage wird wesentlich davon bestimmt, welche Entsorgungsanlage zur Verfügung steht.

Ist die Entsorgung über eine Restabfallverbrennungsanlage möglich, kann nach Sammlung im unreinen Arbeitsraum die bereits vorhandene Entsorgungslogistik für Restabfall im Krankenhaus genutzt werden. Voraussetzung ist, dass das Material z.B. durch Zugabe von Gelbildern so bereit gestellt wird, dass ein Austreten von Flüssigkeit nicht mehr erfolgen kann. Die pro Station zu erwartenden Mengen (1-3 L/Tag) sind im Verhältnis zu den sonstigen anfallenden Restabfällen von untergeordneter Bedeutung. In diesem Fall findet eine Entsorgung der erfassten Mengen gemeinsam mit dem Restabfall i.d.R. durch den Reinigungsdienst mindestens ein mal täglich statt. Üblicherweise werden die Restabfälle in der untersten Gebäudeebene z.B. am Fuß des Fahrstuhls im Keller konsolidiert. Hier werden die Kleingebinde und Abfallsäcke in Müllgroßbehälter abgeworfen und zur weiteren Entsorgung bereit gestellt. Der Transport ab dem Knotenpunkt erfolgt über den bereits vorhandenen Weg der Restabfallentsorgung in dem die Müllgroßbehälter durch den Transportdienst zum Wirtschaftshof transportiert und dort z.B. in Müllpressen entleert werden. Die Müllpressen werden je nach Restmüllaufkommen mehrfach pro Woche durch den externen Entsorger abgeholt und entleert. Eine Restabfallentsorgung vorausgesetzt ist mit der internen Entsorgungslogistik kein zusätzlicher Aufwand verbunden.

Sofern eine Entsorgung der getrennt erfassten Mengen als Restabfall nicht erfolgen soll, kann die Entsorgung in einer Sonderabfallverbrennungsanlage erfolgen. In diesem Fall ist die Entsorgungslogistik analog Kapitel 6.2.5. auszuführen.

Tabelle 9: Gestaltungsvarianten der Entsorgungslogistik bei dezentraler Sammlung mit Sammelbehältern

Sammlung					
Erfasste Fäkalien	nur flüssig		nur fest		
Art der Erfassung	Nutzung von Sanitäreinrichtung durch Patient		Erfassung in Mehrwegbehältern (Urinfl. Steckbeck., Sammelurin)		
Zuständigkeit für Sammlung	entfällt		Holsystem durch Pflege		Bringsystem durch Patient
1. Umschlag/Bereitstellung (in der Radiologie oder auf der Station)					
Umschlagsmodus	entfällt		umfüllen/entleeren		abwerfen
Technik für Umschlag	entfällt	Trenn-toilette	Steckbecken-spüle	Ausguss	Eimer/ Kanister/ Deckelsack/
Behälter	entfällt/ Anbindung an Gelbwasser-leitung		ortsnaher Abwasser-sammeltank (unreiner Arbeitsraum)		spezieller Abfallsammel-behälter
Transport ab 1. Umschlag					
Entsorgungsturnus	kontinuierlich		täglich		2 x wöchentlich
Übernahmemodus	entfällt		umfüllen/ entleeren		Behälterwechsel

Transportmodus	über Rohrleitung		über Transport-/ Reinigungsdienst	
2. Umschlag/ Bereitstellung (Knotenpunkt in Gebäude)				
Übergabemodus	entfällt	umfüllen/ entleeren	abwerfen/ entleeren	Behälterwechsel
Behälter	Abwasser- sammeltank	spezieller Abfallsammel- behälter	vorhandener Rest- abfallsammelbehälter (z.B. 1,1 MGB)	entfällt
Transport ab 2. Umschlag				
Entsorgungsturnus	entfällt	täglich	wöchentlich	> wöchentlich
Übernahmemodus	entfällt	umfüllen/ entleeren	Behälterwechsel	
Transportmodus	über externen Entsorger		über Transportdienst	
3. Umschlag/ Bereitstellung zur externen Entsorgung				
Ort der externen Entsorgung	3. Umschlag Abholung ab Knotenpunkt	entfällt	Sonderabfallbereit- stellungslager	Wirtschaftshof
Übergabemodus	entfällt	umfüllen/ entleeren	abwerfen/ entleeren	Behälterwechsel
Behälter	spezieller Abfallsammel- behälter	vorhandener abfallsammelbehälter Pressmüllcontainer)	Rest- (z.B.	entfällt
externer Entsorgungstransport				
Entsorgungsturnus	täglich	wöchentlich	> wöchentlich	
Übernahmemodus	entfällt	umfüllen/ entleeren	Behälterwechsel	
externe Entsorgung				
Entsorgungstechnik	Abwasser- aufbereitung	konventionelle Sonderabfallbehandlung		Restabfall- verbrennung

6.4. Externe Entsorgung

Hinsichtlich der externen Entsorgung ist zunächst zu prüfen, welche rechtlichen Regelungen hierbei zu berücksichtigen sind.

Sofern der Urin separat erfasst wird und noch nicht in eine Abwassersammelanlage gegeben wurde, ist das Material nach abfallrechtlichen Regelungen zu entsorgen. An Hand der folgenden Entsorgungsanlagen werden die verschiedenen rechtlichen und technischen Aspekte der Entsorgung von mit RKM beladenem Urin diskutiert.

6.4.1. Urinaufbereitung

Der Urin konnte im Rahmen von Forschungsprojekten speziell aufbereitet werden. Hier sind einige Möglichkeiten der Urinaufbereitung beschrieben.

6.4.1.1. Untersuchungen an der TU Berlin

In einem geplanten Forschungsprojekt des Fachgebietes Wasserreinigung an der TU Berlin soll die Urinaufbereitung erforscht werden. Im Rahmen eines AIF (Arbeitsgemeinschaft Industrielle Forschung) Projektes sollen im Verbund mit drei weiteren Forschungsinstitutionen (Universität Hamburg-Harburg, Prof. Otterpohl; Universität Clausthal; BGS Wiesbaden, Dr. Ternes) Untersuchungen zur Entfernbarkeit von Krankenhauspharmazeutika (RKM, Zytostatika, Antibiotika) durchgeführt werden.

6.4.1.2. Iodrückgewinnung

Iodierte RKM-Lösungen reagieren mit chemischen Oxidationsmitteln und sind einer photolytischen Spaltung zugänglich. Iod wird durch UV-Strahlen vom Benzoesäurerestmolekül abgetrennt und liegt als Iodid in einer wässrigen Lösung vor. Durch Behandlung mit Oxidationsmitteln kann Iodid zu elementarem Iod oxidiert werden und durch geeignete Verfahren aufgefangen werden. Der schematisierte photooxidative Abbauweg der iodorganischen Verbindungen ist in Abbildung 28 dargestellt.

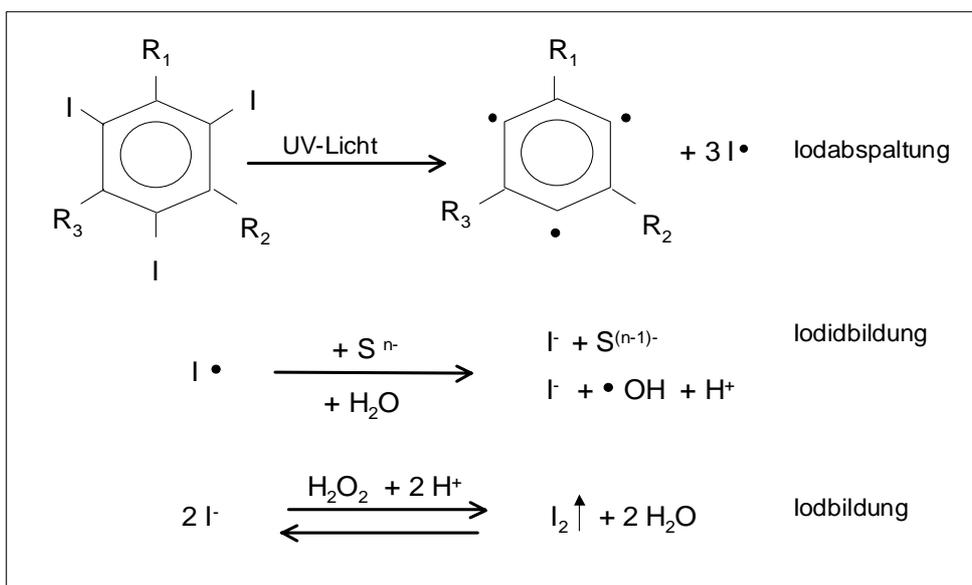


Abb. 28: Reaktionsverlauf des photooxidativen Abbaus der RKM [Fitzke_B_2000]

Im Rahmen des Forschungsprojektes wurden Kontakte mit der Arbeitsgruppe des Instituts für Umwelttechnik an der Universität Halle-Wittenberg (Prof. Köser) geknüpft. Es wurde dort ein Konzept zur Iodrückgewinnung aus RKM-haltigen Krankenhausabwässern entwickelt und Laboruntersuchungen durchgeführt [REISCH_2003].

Für eine erste Wirtschaftlichkeitsabschätzung der Iodrückgewinnung aus RKM-haltigem Krankenhausgelbwasser wurden die Kosten für die benötigten Chemikalien und Energien betrachtet. Die Schlussfolgerung ist, dass „der Iodgehalt des gesammelten Abwassers oberhalb von 2,5 g/L liegen sollte, damit sich die Iodaufbearbeitung ohne größere Entsorgungsgebühren wirtschaftlich trägt.“ [REISCH_2003]

Die im Rahmen des KWB-Projektes berechnete Iodkonzentration im Urin liegt bei 30 g/L, dank der Sammlung ohne Urinverdünnung mit der Trenntoilette oder Urinflaschen. Der Urin wäre zur Rückgewinnung im Rahmen von solchen Forschungsprojekten geeignet.

In der Literatur werden verschiedene Verfahren und Patente zur Iodrückgewinnung aus Urin ausführlich beschrieben (Zusammenfassung in [Schuster_2005], S. 39-42).

Bisher konnte sich kein Verfahren zur Iodrückgewinnung als Standard durchsetzen. Aus diesem Grund wurden im Rahmen des Projektes die praktikablen Möglichkeiten zur Entsorgung von großen Urinmengen betrachtet. Der Stand der existierenden Entsorgungsverfahren auf dem Markt wird im Folgenden dargestellt.

6.4.2. Entsorgung in einer Klärschlammverbrennungsanlage

Im Rahmen der Recherchen wurde geprüft, in wie fern vorhandene Entsorgungskapazitäten der Berliner Wasserbetriebe für eine Behandlung des getrennt erfassten Urins genutzt werden können. Es wurde vermutet, dass die Klärschlammverbrennungsanlage Ruhleben geeignet ist, die Fraktion zu beseitigen. Eine nähere Prüfung hat Folgenden Sachstand ergeben¹⁵:

- Die Klärschlammverbrennungsanlage ist grundsätzlich technisch für eine Entsorgung der Fraktion geeignet. Auf Grund der in den RKM enthaltenen Iodmengen, die in einer Verbrennung als saures Gas über die Verbrennungsabgase ausgetragen und in der sauren Wäsche gereinigt werden, ist mit einem steigenden Korrosionsproblem in der Anlage zu rechnen.
- Problematisch ist die Aufgabe der flüssigen Ausscheidungen, da in der Klärschlammverbrennung weitgehend entwässerter Klärschlamm aufgegeben wird und entsprechende Fördertechnik im Einsatz ist. Die Aufgabe von Flüssigkeiten ist derzeit nicht möglich, Umbauarbeiten sind erforderlich, um die Flüssigaufgabe zu ermöglichen.
- Die Anlage verfügt über eine abfallrechtliche Genehmigung zur Entsorgung von Klärschlamm. Für die dauerhafte Entsorgung von anderen Abfällen ist ein entsprechendes Genehmigungsverfahren erforderlich. Ein hoher zeitlicher und finanzieller Aufwand ist zu erwarten. Für Versuchszwecke kann eine Aufgabe der Fraktion auf Grundlage einer Sondergenehmigung erfolgen.

Im Ergebnis wird die Nutzung der Klärschlammverbrennung als dauerhafte Option nicht empfohlen.

¹⁵ Auskunft Hr. Pietsch, Berliner Wasser Betriebe, vom 15.11.04

6.4.3. Entsorgung in einer Restabfallverbrennungsanlage

Bereits in der heutigen Krankenhauspraxis werden menschliche Ausscheidungen nicht nur über den Abwasserpfad, sondern auch als Abfall entsorgt. Dies ist z.B. der Fall, wenn Windeln eingesetzt werden oder Urin aus medizinischen Gründen in speziellen Behältern gesammelt wird (Katheter, Sammelurin). Sofern die Behälter nicht über einem Abfluss entleert werden, gelangen sie wie auch Windeln in den normalen Abfall der Station. Der Umgang mit Abfällen im Krankenhaus ist in der so genannten LAGA-Richtlinie von einem Expertengremium beschrieben worden¹⁶. Für dieses Projekt ist die Fraktion der so genannten B-Abfälle, die nach Abfallverzeichnisverordnung (AVV) den Abfallschlüssel 18 01 04 tragen relevant. Hierunter fallen Abfälle, an deren Sammlung und Entsorgung aus infektionspräventiver Sicht keine besonderen Anforderungen gestellt werden. Als Bestandteile werden Wund- und Gipsverbände aber auch Stuhlwindeln genannt. Die LAGA Richtlinie stellt folgende Anforderungen an die Sammlung von B-Abfall:

- Sammlung in reißfesten, feuchtigkeitsbeständigen und dichten Behältnissen
- Transport nur in sorgfältig geschlossenen Behältnissen
- Kein umfüllen, sortieren oder vorbehandeln (ausgenommen Aufgabe in einen Pressmüllcontainer)

Die B-Abfälle werden üblicherweise mit dem normalen Restabfall des Klinikums zusammen am Wirtschaftshof gesammelt und dem öffentlich rechtlichen Entsorgungsträger zur Entsorgung übergeben.

Interessant für das Projekt ist der Hinweis in der LAGA-Richtlinie, dass Behältnisse mit größeren Mengen Körperflüssigkeiten unter Beachtung hygienischer und infektionspräventiver Gesichtspunkte in die Kanalisation entleert werden. Gerade dies soll ja für die RKM-Patienten nicht erfolgen. Die LAGA-Richtlinie fordert: „Alternativ ist durch geeignete Maßnahmen sicherzustellen, dass keine flüssigen Inhaltsstoffe austreten“. Dies ist z.B. gegeben, wenn der Urin über Gelbilder absorbiert wird.

Sofern die Inhaltsstoffe des Urins keine besondere Behandlung erforderlich machen ist eine gemeinsame Entsorgung über den Restabfallweg somit möglich, insbesondere, wenn die Flüssigkeiten nur in kleinen Mengen sozusagen portionsweise und mit Gelbildern gebunden dem Restabfall zugegeben werden. Der Berliner Senat nimmt hierzu wie folgt Stellung¹⁷:

"Sofern durch die Patienten mit keinen Infektionskrankheiten zu rechnen ist und die von Ihnen dargelegten Randbedingungen (kein Gefahrstoff) zutreffen sowie keine weiteren Erkenntnisse für einen gefährlichen Stoff vorliegen, kann eine Entsorgung unter dem Abfallschlüssel 18 01 04 erfolgen."

Eine Entsorgung des Abfalls über den Schlüssel 18 01 04 ist damit möglich, so dass die Verbrennung in eine Restabfallverbrennungsanlage gemeinsam mit den sonstigen Abfällen des Klinikums möglich erscheint. In Berlin kommt hierfür die Restabfallverbrennungsanlage Ruhleben in Frage. Dabei ist mit Entsorgungskosten inkl. Abholung und Transport von ca. 110 €/t zu rechnen.

¹⁶ Richtlinie über die ordnungsgemäße Entsorgung von Abfällen aus Einrichtungen des Gesundheitsdienstes, Januar 2002, Länderarbeitsgemeinschaft Abfall

¹⁷ Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Stellungnahme vom 09.02.05

Dabei muss festgestellt werden, dass die Verbrennung von Flüssigkeiten, wenn auch in gebundener Form technologisch für die Restabfallverbrennung keine Vorteile bietet. Es ist damit zu rechnen, dass Anlagenbetreiber einer Entsorgung nur ungern und unter folgenden Voraussetzungen zustimmen:

- Auslaufsichere Konditionierung des erfassten Urins.
- Keine Anlieferung als Monofraktion, sondern gemeinsame Erfassung mit dem sonstigen Restabfall im Krankenhaus.
- Gewährleistung einer guten Brennbarkeit des Gesamtabfalls
- Geringer Anteil der zusätzlich dem Restabfall zugegebenen Urinmengen.

Zu letztem Punkt kann auf Basis einer Überschlagsrechnung abgeschätzt werden, dass sich die Restabfallmenge durch Maßnahmen der getrennten Erfassung von RKM um 0,2 % bis 0,4 % erhöhen. Der Anteil an Windeln und ähnlichen bereits heute mit Urin verbundenen Stoffen im Krankenhausrestabfall beträgt nach Untersuchungen der GÖK ca. 10 %.

In jedem Fall sollte die Entsorgung über den Restabfall im Einzelfall mit dem öffentlich rechtlichen Entsorger abgestimmt werden. Dies ist besonders dort anzuraten, wo keine Restabfallverbrennung zur Verfügung steht, sondern andere Verfahren der Restabfallentsorgung wie z.B. mechanisch-biologische Behandlungsverfahren eingesetzt werden.

Wesentliche Voraussetzung für die Eignung einer Entsorgungsanlage zur Behandlung von RKM-belasteten Abfällen ist, dass die iodorganischen Verbindungen dauerhaft zerstört bzw. stabilisiert werden. Es wird davon ausgegangen, dass die iodorganischen Verbindungen bei der Restabfallverbrennung oxidiert werden und das Iod über die Rauchgase als HJ ausgetragen wird. Je nach eingesetzter Technologie der Rauchgasreinigung wird das Iod aus dem Rauchgasstrom entfernt. In Müllverbrennungsanlagen, die eine saure Wäsche zur Abscheidung von sauren Gasen (HCL, HBR, HF, HJ) durchführen wird das Iod in der so genannten Rohsäure abgeschieden. Die Rohsäure besteht wesentlich aus Salzsäure und kann nach weiteren Aufbereitungsschritten (Rektifikation, Destillation) als 30 %ige Salzsäure verwertet werden. In den Aufbereitungsschritten werden unerwünschte Bestandteile wie auch die Iodverbindungen abgeschieden. Für technische Salzsäure aus Müllverbrennungsanlagen gilt ein Grenzwert von 10 mg/l HJ [Merkblatt der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall für die Entsorgung von Abfällen aus Verbrennungsanlagen für Siedlungsabfälle; GABI. Nr. 1/1995 S. 66; beschlossen durch die Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) am 1./2. März 1994]. Das Iod wird in den verbleibenden Mischsalzen konzentriert. Die Mischsalze z.B. als 20 %ige Salzsole werden durch die Lagerung in Salzkavernen entsorgt [Umwelterklärung 2004 der MVR Hamburg]. In der MVR Hamburg sind 2004 pro Tonne Restabfall 5,7 kg 20%tige Mischsalzsole angefallen.

Bei anderen Verfahren der Rauchgasreinigung werden die sauren Schadgase in halbtrockenen oder trockenen Verfahren abgeschieden. Dies erfolgt z.B. in der MVA Ruhleben in Berlin unter Zugabe von Kalkhydrat mit einem Anteil an 4% Herdofenkoks. Nach Aussage der BSR liegen bisher keine Informationen über die Verbrennung iodhaltiger Abfälle in Hausmüllverbrennungsanlagen vor. Die BSR geht davon aus, dass das Iod als Kalziumiodid in den anfallenden Rauchgasreinigungsrückständen gebunden wird. Diese Rückstände werden derzeit über eine Verwertung als Bergeversatz entsorgt.¹⁸ Grenzwerte für Iodkonzentrationen in Reststoffen der Müllverbrennung sind der BSR nicht bekannt.

¹⁸ Auskunft der BSR vom 12.04.06

6.4.4. Entsorgung in einer Sonderabfallverbrennungsanlage

Alternativ kommt die Entsorgung in einer Sonderabfallverbrennungsanlage in Frage. In Berlin und Brandenburg koordiniert die SBB (Sonderabfallentsorgungsgesellschaft Berlin Brandenburg) die Zuweisung von Sonderabfällen zu Entsorgungsanlagen. Für die Entsorgung des Urins kommt grundsätzlich die thermische Entsorgung ggf. in Verbindung mit Verfahren der chemisch physikalischen Vorbehandlung zur Konzentration der Schadstoffe in Frage. Es gibt allerdings in Berlin / Brandenburg keine geeignete chemisch physikalische Behandlungsanlage, so dass lediglich die direkte Entsorgung der Flüssigkeiten in einer Sonderabfallverbrennungsanlage möglich ist.

Anfragen zur Entsorgung in den Sonderabfallverbrennungsanlagen Schöneiche (MEAB) und Schwarzeide (BASF) haben übereinstimmend folgende Anforderungen an die Bereitstellung der Abfälle ergeben: Der Abfall kann unter dem Schlüssel 18 01 03 oder 18 01 06 angenommen werden. Auch die Annahme unter der Nummer 18 01 04 (kein Sonderabfall) ist möglich, wirkt sich aber nicht auf die Entsorgungskosten aus.

Grundsätzlich kann der Abfall in Einweggebinden bis 60 L oder in Tanks angeliefert werden. Bei Anlieferung in Tanks sind Drucktanks erforderlich, da die Entleerung durch Beaufschlagung des Tanks mit Druck erfolgt. Bevorzugt wird die Anlieferung in Einweggebinden. In diesem Fall kann die Beschickung der Anlage über eine Stückgutaufgabe erfolgen. Die Eimer oder Kanister müssen aus einem für die Verbrennung geeigneten Material bestehen (PP, PE, Styrol). Der reine Entsorgungspreis liegt bei 350 € - 450 € pro Tonne. Sammelbehälter, sowie Transport und Begleitscheinpauschale sind zusätzlich zu kalkulieren. Hier kann je nach eingesetzter Behältergröße von zusätzlichen Kosten in Höhe von 150 bis 250 €/t Abfall ausgegangen werden.

In der Sonderabfallverbrennungsanlage erfolgt wie bereits bei der Restabfallverbrennung beschrieben eine Austrag des Iod über das Rauchgas und eine Abscheidung im Rahmen der Rauchgasreinigung. In der Sonderabfallverbrennungsanlage Schöneiche erfolgt ebenfalls eine trockene Rauchgasreinigung. Im Unterschied zur Hausmüllverbrennung ist nach Aussage der MEAB bei der Sonderabfallverbrennung Iod eine relevante Messgröße der Anlagenüberwachung. Das Verbrennungsmenü und die Betriebsparameter der Anlage werden so eingestellt, dass ein Austrag über das Reingas in die Umwelt verhindert wird.¹⁹

Die Eignung der externen Entsorgungsanlagen für die in Kapitel 6 dargestellten Erfassungskonzeptionen kann wie folgt zusammengefasst werden:

Tabelle 10: Eignung von Entsorgungsanlagen für die Erfassungskonzeptionen

Erfassungskonzeption	Abwasserbehandlung	Sonderabfall- verbrennung	Restabfall- verbrennung
zentrale Erfassung in der Radiologie	++	+	--
dezentrale Erfassung mit Trenntoilette	+	++	0
dezentrale Erfassung mit Uringefäßen	+	++	++

¹⁹ Telefonische Informationen der MEAB, Hr. Matler

7. Bewertung

7.1. Erfassungsgrad

Um eine effektive Verminderung der Iodfracht in Gewässern zu erreichen, sollte der Erfassungsgrad in den Krankenhäusern maximal sein. Die Urin- und Iodmengen, die durch die Umsetzung der drei jeweiligen Erfassungskonzepte in den Schwerpunktstationen (6 Stationen in der Charité-CVK, 2 Stationen in der Caritas-Klinik) erfasst werden könnten, sind in der folgenden Tabelle vorgestellt. Der Ioderfassungsgrad wurde als Anteil der erfassten Iodmenge im Vergleich zum gesamten RKM-Verbrauch im Krankenhaus berechnet.

Tabelle 11: Urin- und Ioderfassung für die drei Konzepte

Lösung	Krankenhaus	Urinmenge	Iodmenge	
		L / Jahr	Kg Iod/Jahr	%
Zentrale Lösung	Charité-CVK	1154	51.9	5.9 %
Dezentrale Lösung mit Trenntoiletten	Charité-CVK	1525	44.8	5.1 %
	Caritas-Klinik	300	8.8	21.6 %
Dezentrale Lösung mit mobilen Urinbehältern	Charité-CVK	2288	67.3	7.6 %
	Caritas-Klinik	600	19.4	47.5 %

In der Charité-CVK sind die Erfassungsmengen höher, jedoch ist der Erfassungsgrad (bezogen auf den gesamten Verbrauch im Krankenhaus) sehr niedrig, maximal 7,6 % bei der dezentralen Lösung 2. Die 6 Schwerpunktstationen stellen nur einen geringen Anteil vom gesamten Verbrauch dar (s. Abb. 29). Neben Patienten mit einer CT-Untersuchung können auch Patienten von anderen diagnostischen Einrichtungen in diesen Schwerpunktstationen untergebracht werden. In der Caritas-Klinik ist der Erfassungsgrad höher, bei Umsetzung der dezentralen Lösung 2 könnte ca. die Hälfte der Iodmenge erfasst werden.

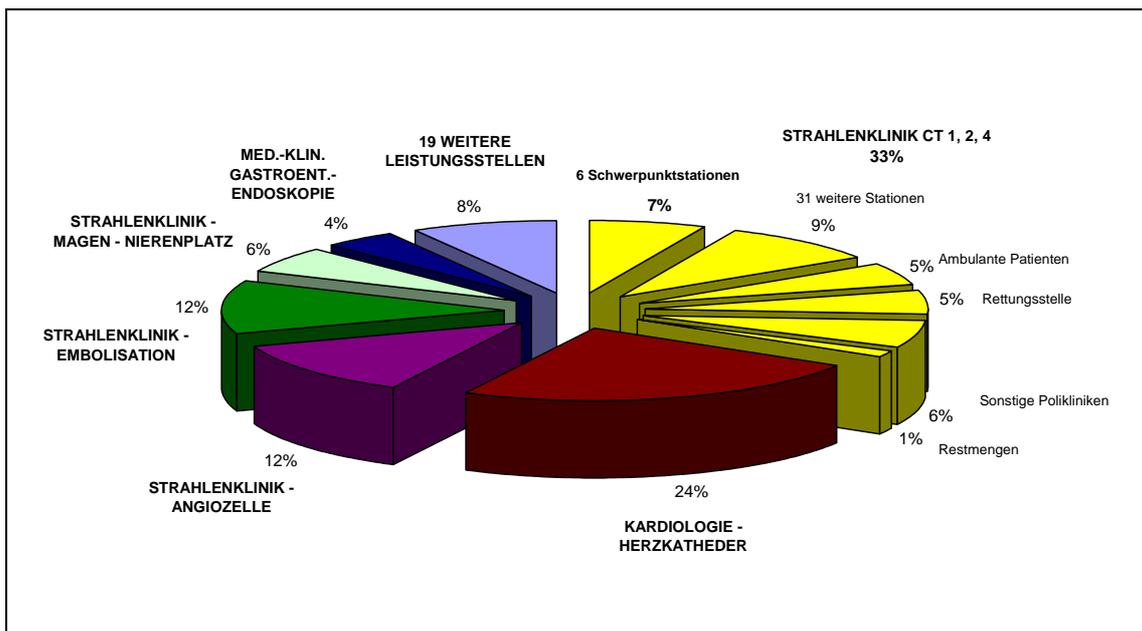


Abb. 29: RKM-Verbrauchstellen in der Charité - CVK

Die Berücksichtigung dieser Erfassungsmengen macht deutlich, dass die Maßnahme mit einer Umsetzung in möglichst vielen Bereichen im Krankenhaus verbunden sein muss und sich nicht nur auf die CT-Untersuchungen fokussieren darf, um eine effektive Verminderung der Iodfracht zu erreichen.

Es muss also ein praktikables Erfassungskonzept ausgewählt werden, das in weiteren Bereichen umgesetzt werden kann. Aus diesem Grund wäre das dezentrale Erfassungskonzept mit Urinbehältern am besten geeignet.

In der Caritas-Klinik könnte man prinzipiell in allen anderen Stationen die Maßnahme umsetzen, außer für die Intensivstation. Somit würde man einen Erfassungsgrad von 70% für das gesamte Krankenhaus erreichen (statt 50%).

In der Charité-CVK wäre beispielsweise die Umsetzung im Bereich Herzkatheder-Kardiologie ohne zu großen Aufwand gut vorstellbar, da in diesem Bereich alle Patienten 24h nach der Untersuchung bettlägerig sind. Wenn das Erfassungskonzept z.B. in diesem Bereich umgesetzt würde, sowie für alle Patienten, die in der Strahlenklinik an den CT-Geräten 1, 2 und 4 untersucht werden, würde der Erfassungsgrad in Charité ca. 50% betragen (statt 7,6% mit einer Umsetzung in den 6 Schwerpunktstationen).

Ein weiterer Parameter mit Einfluss auf dem Erfassungsgrad ist die Akzeptanz der Patienten. Erste Äußerungen zur Patientenakzeptanz seitens des Krankenhauspersonals sind sehr schwankend und subjektiv (50 bis 100%). Um eine aussagekräftige Abschätzungen der Patientenakzeptanz zu erhalten, wurde eine Patientenbefragung durchgeführt (s. Anhang 19). Es wurden 43 Patienten der Klinik für Strahlenheilkunde, Campus Virchow-Klinikum, im November und Dezember 2004 befragt (50% Frauen, 50% Männer).

Daraus ergeben sich folgende Schlussfolgerungen:

- die Wartezeit in der Radiologie ist sehr kritisch (37% können sich keine Wartezeit vorstellen, 40% maximal 1 Stunde)
- 2/3 der Patienten würden problemlos die Trenntoilette auf der Station benutzen, jedoch besteht ein Informationsbedarf zu den Trenntoiletten
- die Benutzung von Urinflaschen wird von der Hälfte der befragten Patienten als sehr unangenehm geschätzt.

Diese Ergebnisse wurden mit dem Stationspersonal diskutiert. Obwohl die Benutzung von Urinflaschen unangenehm ist, werden sie für bettlägerige Patienten ohnehin zur Urinsammlung genutzt. Deshalb wäre die dezentrale Lösung mit Urinflaschen für bettlägerige Patienten und Sammelurinbehältern für gehfähige Patienten gut geeignet.

Diese Annahmen zur Patientenakzeptanz sollten in der Praxis geprüft werden. Erst dann würde man aussagekräftige Hinweise zur Akzeptanz erhalten, nachdem die Patienten mit den Erfassungskonzepten in der Praxis konfrontiert werden und dabei feststellen, in wie fern diese Änderungen problematisch oder kein wesentliches Hindernis sind.

Wenn die Akzeptanz der Patienten hoch ist, wird eine Umsetzung im größeren Maßstab – und somit ein höherer Erfassungsgrad – einfacher erreicht.

7.2. Wirtschaftlichkeit

7.2.1. Annahmen zur Kostenberechnung

Anzahl der Bereiche und Patientendaten

Die Kosten wurden für die Umsetzung der drei Erfassungskonzepte in der Radiologie bzw. in Schwerpunktstationen berechnet:

- 6 Schwerpunktstationen in der Charité-CVK (7% vom gesamten RKM-Verbrauch)
- 2 Schwerpunktstationen in der Caritas-Klinik (ca. 40% vom gesamten RKM-Verbrauch)

Die Patientenzahlen wurden den repräsentativen Untersuchungszeiträumen entnommen, in denen die Verteilung der stationären Patienten untersucht wurde:

- 71 Patienten pro Woche in der Radiologie in der Charité-CVK
- 30,5 Patienten pro Woche insgesamt in den 6 Stationen in der Charité-CVK
- 10 Patienten pro Woche insgesamt für die 2 Stationen in der Caritas-Klinik

Die Teilnahme der Patienten ist von Mobilitätsgrad und Akzeptanz abhängig. Die Teilnahmequote wurden nach Angaben vom Stationspersonal wie folgt festgelegt:

Teilnahmequote		CHARITE	CARITAS
Zentrale Lösung			
Verbleib 4h aus medizinischer Sicht möglich		65%	
Mobilität: Anteil Patienten, die die Toilette benutzen		67%	
Anteil Patienten, die Unterstützung brauchen		50%	
Akzeptanz Patienten		100%	
Teilnahme Zentrale Lösung		43%	
Dezentrale Lösung 1			
Mobilität: Anteil Patienten, die die Toilette benutzen		67%	40%
Anteil Patienten, die Unterstützung brauchen		50%	50%
Akzeptanz Patienten		100%	100%
Teilnahme Dezentrale Lösung 1		67%	40%
Dezentrale Lösung 2			
Akzeptanz Patienten		100%	88%
Teilnahme Dezentrale Lösung 2		100%	88%

Es wurde eine Urinmenge von 1,5 L/Patient.Tag angenommen sowie 8 Toilettengänge innerhalb von 24h, davon 4 Toilettengänge in den ersten 4h nach der Untersuchung.

Kostenberechnung

- **Investitionskosten:** Nach Herstellerangaben entstehen für die Erfassungskonzepte mit Trenntoiletten Investitionskosten von 1.500 € pro Trenntoilette. Außerdem wäre für die Umsetzung in der Radiologie ein Arbeitsplatz für die Betreuungskraft einzurichten (ca. 500 €).
- **Personalkosten:** Der Zeitaufwand wurde von den Annahmen des Stationspersonals übernommen (s. Kapitel 6.1.4., 6.2.3., 6.3.3.).

Für die zentrale Lösung ist die Einstellung einer zusätzlichen Betreuungskraft erforderlich. Auch für die dezentralen Erfassungskonzepte wird der zusätzliche personelle Aufwand kostenmäßig bewertet und in der Wirtschaftlichkeitsberechnung berücksichtigt. Der auf die einzelne Station bezogene geringe Zeitaufwand macht es sicher unmöglich in gleichem Umfang zusätzliches Personal einzustellen. Allerdings

ist bei dem heutzutage sehr engen Personalschlüssel nicht davon auszugehen, dass die Pflegekräfte ohne entsprechende Kompensation zusätzliche Tätigkeiten übernehmen können.

- **Sachkosten:** Für die Erfassungskonzepte mit Trenntoiletten ist eine Wartung der Sanitäranlage erforderlich (ca. 10% der Investitionskosten).

Für das dezentrale Erfassungskonzept mit mobilen Urinbehältern sind in beiden Krankenhäusern Urinflaschen und Steckbecken vorhanden, die für die getrennte Urinerfassung benutzt werden könnten. Zusätzlich sollten einige Behälter besorgt werden, ca. 10 Stücke pro Krankenhaus. Dadurch entstehen Kosten von 30 €/Stück.

Zur Kostenberechnung wurde die externe Entsorgung als Sonderabfallverbrennung ausgewählt. Somit kann der Urin als Flüssigkeit entsorgt werden. Bei einer Restabfallverbrennung müsste der Urin als fester Abfall angeliefert werden. Dies wäre bei den Konzepten mit Trenntoiletten nicht möglich.

Außerdem stellt die Iodrückgewinnung aus dem gesammelten Urin eine weitere Möglichkeit dar, um die Kosten zu vermindern und einen Erlös zu erzielen, wie im Kapitel 6.4.1. beschrieben. Jedoch existieren zurzeit auf dem Markt keine feste Angaben für Verfahren zur Behandlung großer Urinmengen. Aus diesem Grund wurde für die Kostenberechnung die Variante der Abfallverbrennung ausgewählt.

- **Erlöse:** Die Erfassungskonzepte mit Trenntoilette bieten die Möglichkeit an, Spülwasser zu sparen (ca. 3 L pro Spülung).

Verweilzeitverlängerung

Bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wird davon ausgegangen, dass eine Verlängerung der Verweilzeit von Patienten im Krankenhaus auf Grund der Erfassung von RKM nicht erfolgt. Durch organisatorische Maßnahmen wie in Kapitel 6 geschildert ist dies unbedingt zu vermeiden. Andernfalls würden dem Krankenhaus deutliche wirtschaftliche Nachteile entstehen.

Eine Beispielrechnung zeigt, dass bei einer Verlängerung der Verweilzeit um 4 h unter Berücksichtigung von entgangenen Erlösen und entstehenden Kosten ein wirtschaftlicher Verlust von ca. 100 € pro Fall anzunehmen ist (siehe Anhang 16). Eine Akzeptanz auf Krankenseite kann daher nur erreicht werden, wenn eine Verweilzeitverlängerung verhindert wird.

7.2.2. Ergebnisse der Kostenberechnung

Die jährlichen Kosten wurden berechnet, sowie die Kosten bezogen auf die gesammelte Urin- und Iodmenge, die aus dem Abwasser ferngehalten werden (s. detaillierte Kostenberechnung im Anhang 15).

Zentrales Erfassungskonzept

	Charité	Caritas
Jährliche Kosten	40.769 €	-
Kosten in €/L Urin	35 €	-
Kosten in €/kg Iod	785 €	-

Dezentrales Erfassungskonzept mit Trenntoilette

	Charité	Caritas
Jährliche Kosten	36.802 €	11.854 €
Kosten in €/L Urin	24 €	40 €
Kosten in €/kg Iod	821 €	1.344 €

Pro Station entstehen im Durchschnitt jährliche Kosten von 6.134 € in der Charité-CVK und 5.927 € in der Caritas-Klinik.

Dezentrales Erfassungskonzept mit mobilen Urinbehältern

	Charité	Caritas
Jährliche Kosten	12.891 €	4.396 €
Kosten in €/L Urin	6 €	7 €
Kosten in €/kg Iod	192 €	227 €

Pro Station entstehen im Durchschnitt jährliche Kosten von 2.149 € in der Charité-CVK und 2.198 € in der Caritas-Klinik.

Die Kosten entstehen vor allem durch Personalkosten. In den Abbildungen 30 und 31 werden die jeweiligen Anteile der Investitions-, Personal- und Sachkosten sowie Erlöse dargestellt.

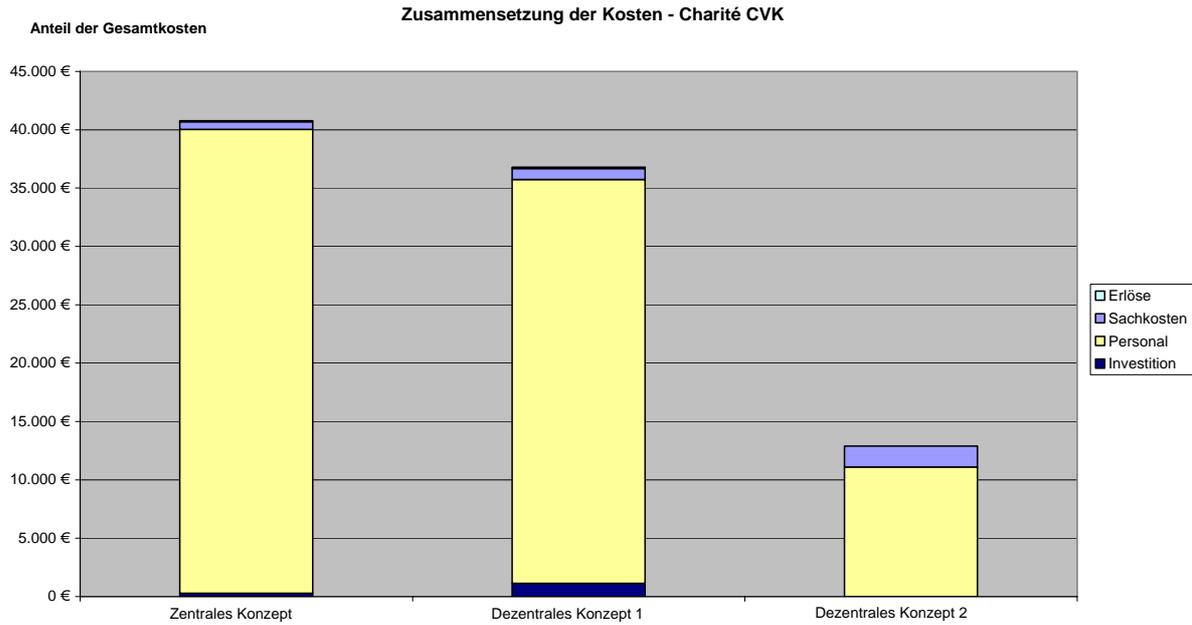


Abb. 30: Zusammensetzung der Kosten für die 3 Konzepte (Charité-CVK)

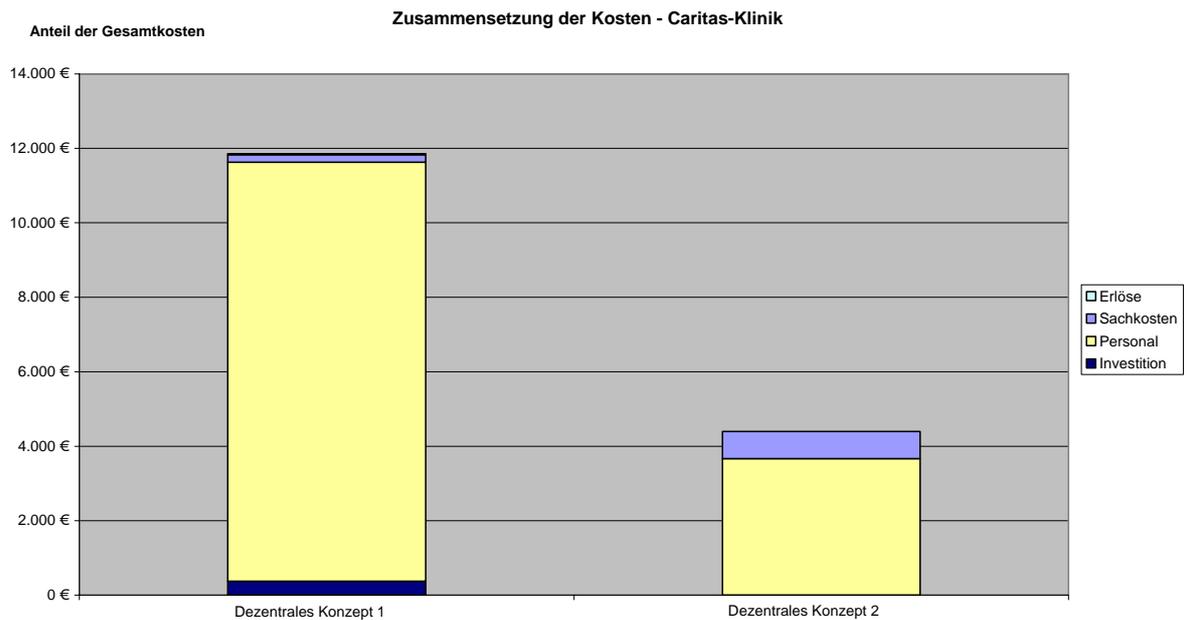


Abb. 31: Zusammensetzung der Kosten für die 2 dezentralen Konzepte (Caritas-Klinik)

7.2.3. Diskussion

Aus wirtschaftlicher Sicht lässt sich ausschließlich das entwickelte **dezentrale Erfassungskonzept mit Urinbehältern und Sammelurincontainern** zur getrennten Sammlung des mit RKM-belasteten Urins als praktikable Lösung im Krankenhaus empfehlen.

Zum Vergleich mit Verfahren zur RKM-Entfernung aus dem Abwasser durch weitergehende Behandlungsschritte wurden im Vorfeld des Projektes Größenordnungen zur Reduzierung der RKM-Fracht in Berliner Gewässern ermittelt ([Vorhabensbeschreibung RKM]).

Für die weitergehende Entfernung von RKM aus dem Klarwasser (Aktivkohle, Membrantechnik) sind spezifische Mehrkosten von 0,1-0,25 €/m³ zu erwarten. Mit zusammen ca. 300.000 m³/d enthalten die Abläufe der Klärwerke Ruhleben und Schönerlinde ca. 15 t AOI (als Iod), die einem Eintrag von ca. 50-70% aller in Berlin eingesetzten und emittierten RKM (ca. 15 t RKM/Jahr) entsprechen. Bei einer 100%igen Entfernung entspricht dies Jahreskosten von 11 bis 27 Mio. € oder einem Aufwand im Bereich von ca. 1.500 bis 3.500 €/kg AOI (oder 750 bis 1.800 €/kg RKM).

Mit der Annahme, dass 30 g Iod an dem Patient pro Röntgenuntersuchung appliziert werden, entspricht dies Kosten von 25 bis 60 €/Untersuchung. Mit einer durchschnittlichen Urinmenge von 1,5 L Urin, die nach der Untersuchung ausgeschieden wird, entstehen Kosten von ca. **17 bis 40 €/L Urin** durch die weitergehende Entfernung von RKM aus dem Klarwasser.

Das dezentrale Erfassungskonzept mit Urinbehältern bietet also eine kostengünstigste Alternative zu diesen Verfahren an.

Ähnliche Ergebnisse sind in der Literatur vorhanden: im Rahmen einer Diplomarbeit [Schuster_2005] wurden die Kosten der 3 Erfassungskonzepte über einen langfristigen Zeitraum verglichen. Es wurde ein Modell als Excel-Programm entwickelt, um die 3 Erfassungskonzepte über einen Zeitraum von 40 Jahren zu vergleichen und die kostengünstigste Variante zu ermitteln, anhand der Leitlinien der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) "Leitlinien zur Durchführung dynamischer Kostenvergleichsrechnungen", die speziell auf einen Kostenvergleich von wasserwirtschaftlichen Anlagen bezogen sind. Die Anwendung des Modells auf die zwei betroffenen Krankenhäuser ergab, dass beide dezentralen Erfassungskonzepte viel günstiger als die zentrale Lösung sind. Die Variante mit Urinflaschen ist die kostengünstigste Variante.

Im Rahmen einer Testphase werden die Kosten vom Forschungsprojekt finanziert.

Jedoch stellt sich die Frage der Finanzierung einer solchen Maßnahme bei einer langfristigen Umsetzung in möglichst vielen Krankenhäusern, um die Iodfracht effektiv zu reduzieren. In den Krankenhäusern ist die aktuelle wirtschaftliche Lage kritisch, die Personalkosten werden reduziert und Stellen werden abgebaut. In diesem Kontext ist eine Finanzierung durch Krankenhäuser schwer vorstellbar. Für eine umfassende Umsetzung des Erfassungskonzeptes wären Finanzierungsmitteln von anderen Quellen zur Verfügung zu stellen, beispielsweise durch eine staatliche Förderung der Massnahme oder mit einem Anreiz durch Abwassersatzung, indem die AOI-Fracht im Krankenhausabwasser kostenwirksam wird

7.3. Nutzwertanalyse

Eine systematische Nutzwertanalyse der erarbeiteten Erfassungskonzepten erfolgte im Rahmen eines internen Workshop mit den Ansprechpartnern der beiden Krankenhäuser am 1.11.2004, mit dem Ziel neben wirtschaftlichen Aspekten auch andere nicht quantifizierbare Kriterien bei der Beurteilung der Erfassungskonzepte zu berücksichtigen.

Folgende Parameter wurden berücksichtigt:

- Integration in vorhandene Sanitärtechnik
- Integration in vorhandene Aufenthalts- und Wartebereiche
- Zusätzlicher Betreuungsaufwand für RKM-Patienten
- Integration in den medizinischen Behandlungsablauf der Radiologie
- Integration in den medizinischen Behandlungsablauf der Station
- Qualität der Patientenbehandlung (subjektives Gefühl, Akzeptanz)
- Erfassungsmenge
- Erfassungsgrad

Für jede Lösung in jedem Krankenhaus wurden Punkte (0 bis 4) für die jeweiligen Parameter gegeben. Mit der Gewichtung der Parameter (Gewichtungspunkte: 5, 10 oder 20) erhielt man eine Summe, die eine systematische Nutzwertanalyse des Erfassungskonzeptes darstellt. Die Bedeutung und Einstufung der jeweiligen Parameter wird im Anhang 17 detailliert.

Die 3 Konzepte wurden für beide Krankenhäuser wie folgt eingestuft:

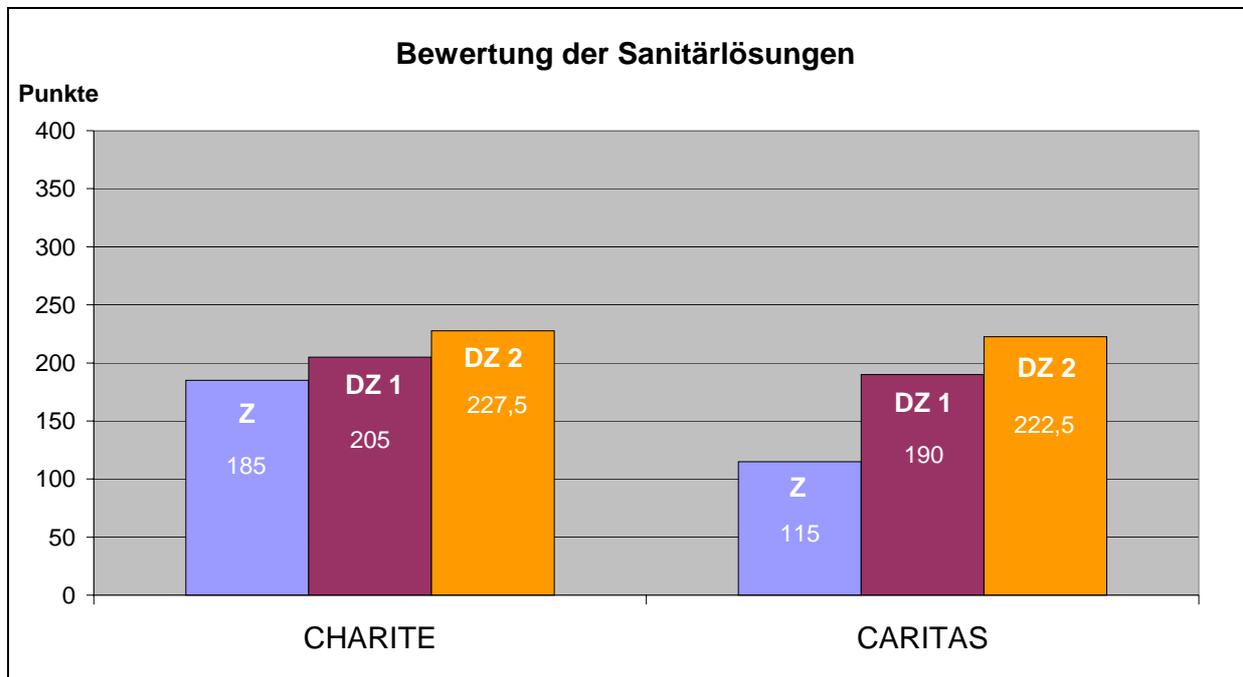


Abb. 32: Ergebnisse der Nutzwertanalyse

- Die zentrale Lösung (Trenntoilette in der Radiologie) ist in beiden Krankenhäusern als ungünstigste Lösung eingestuft. Im kleineren Krankenhaus (Caritas-Klinik) ist diese Lösung nicht umsetzbar, da die Wartebereiche bereits ausgelastet und Umbaumaßnahmen unrealisierbar sind.

- Die erste dezentrale Lösung (Trenntoilette auf den Schwerpunktstationen) wird in beiden Krankenhäusern als mittlere Lösung bewertet.
- Die zweite dezentrale Lösung (Sammlung mit Behältern auf Stationen) wird als beste Lösung in beiden Krankenhäusern bewertet.

7.4. Akzeptanz der Erfassungskonzepte in den Krankenhäusern

Die entwickelten Erfassungskonzepte können nur umgesetzt werden, sofern eine hohe Akzeptanz in den Krankenhäusern besteht. Um eine vollständige Bewertung der drei Konzepte zu erhalten und die beste Variante zu identifizieren, wurde eine Akzeptanzuntersuchung durchgeführt, wie im Kapitel 3 bzw. Anhang 18 vorgestellt. Jedoch konnte in der Charité bisher kein Interview mit einem Vertreter der Verwaltungsleitung stattfinden.

In diesem Kapitel werden für die drei Erfassungskonzepte die Argumente zusammengefasst, die am häufigsten in den Interviews erwähnt wurden.

Zentrales Erfassungskonzept

Dieses Konzept wird durchaus in beiden Krankenhäusern negativ bewertet. Die nicht ausreichenden Räumlichkeiten in der Caritas-Klinik führen dazu, dass die Variante dort ausgeschlossen wird. In der Charité-CVK wird dieses Konzept von 63% der befragten Mitarbeiter als nicht realisierbar bewertet, insbesondere bei der Krankenhausleitung. Erwähnte Hindernisse sind der Aufwand (von 63% der Befragten als Argument angegeben, insbesondere im medizinischen Fachbereich), die Wartezeit von 4h (von 50%, in allen Fachbereichen) und die Kosten (von 38%, überwiegend von der Krankenhausleitung erwähnt).

In der folgenden Abbildung werden die häufigen Argumente der Mitarbeiter der Charité-CVK dargestellt. Für jeden Parameter wird die gesamte Anzahl der befragten Mitarbeiter dargestellt, die dieses Argument genannt haben. Zusätzlich wird für die drei jeweiligen Interessengruppen dargestellt, welcher Anteil der Mitarbeiter in dieser Kategorie (medizinische und technische Fachbereiche oder Krankenhausleitung) das Argument erwähnt hat.

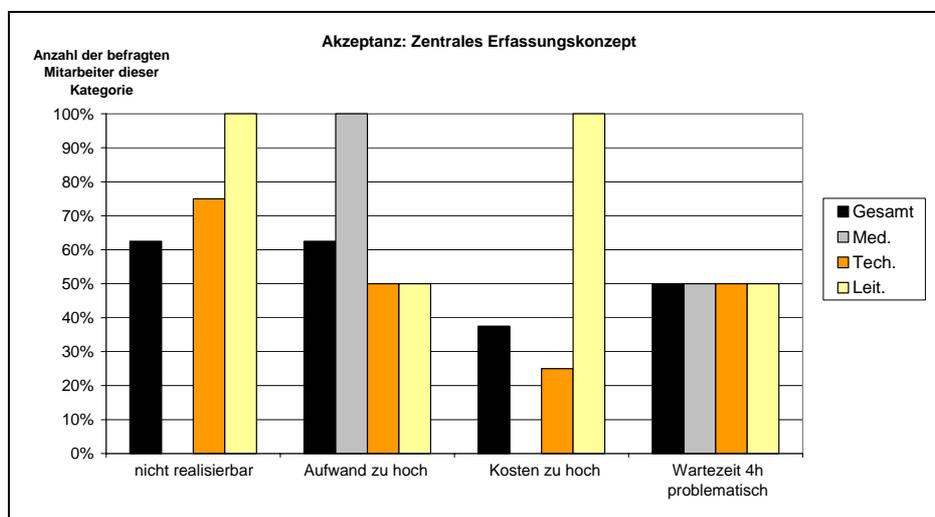


Abb. 33: Akzeptanz für das zentrale Erfassungskonzept (Charité-CVK)

Dezentrales Erfassungskonzept mit Trenntoiletten

Prinzipiell wird eine Sammlung mit einer Trenntoilette auf der Station als die angenehmste Variante für die Patienten und das Personal eingestuft. Jedoch stellen der Aufwand und die Kosten, die durch den Einbau der Trenntoilette und die Unterstützung der Patienten entstehen, kritische Parameter dar. Aus diesem Grund unterscheiden sich deutlich die Aussagen je nach Fachbereich.

In der Caritas-Klinik wird zu 56% diese Variante als nicht realisierbar bewertet, von 100% der Vertreter aus den technischen Fachbereichen und von 67% der Vertreter der Krankenhausleitung, aufgrund der Kosten und des Aufwands. Im Gegensatz dazu wurden keine wesentlichen Hindernisse seitens der medizinischen Fachbereiche genannt.

In der Charité-CVK ist die Akzeptanz etwas höher: das Konzept wird ausschließlich seitens der Krankenhausleitung als nicht realisierbar bewertet, ebenfalls wegen Aufwand und Kosten. Für medizinische und technische Fachbereiche wäre diese Varianten besser vorstellbar und der Aufwand vertretbar. Es wurde allerdings von ca. 40% der Mitarbeiter darauf hingewiesen, dass dieses Konzept in Kombination mit dem zweiten dezentralen Erfassungskonzept umgesetzt werden sollte, um einen gewissen Erfassungsgrad zu erreichen.

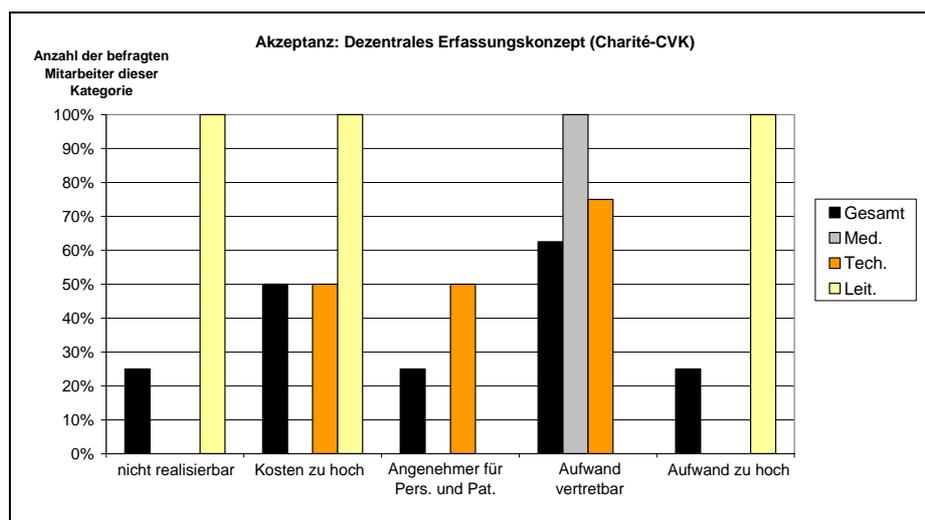


Abb. 34: Akzeptanz für das dezentrale Erfassungskonzept mit Trenntoilette (Charité-CVK)

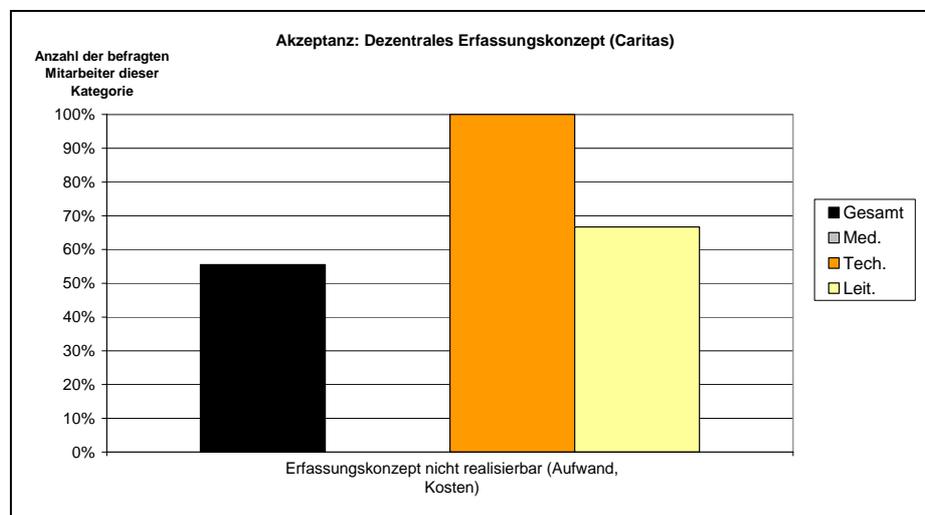


Abb. 35: Akzeptanz für das dezentrale Erfassungskonzept mit Trenntoilette (Caritas-Klinik)

Dezentrales Erfassungskonzept mit mobilen Urinbehältern

Dieses Konzept wird durchaus als beste Variante bewertet, zu 89% in der Caritas-Klinik und zu 75% in der Charité-CVK. Vorteile des Konzeptes, die systematisch erwähnt wurden, sind die einfache und schnelle Umsetzung sowie der vertretbare Aufwand.

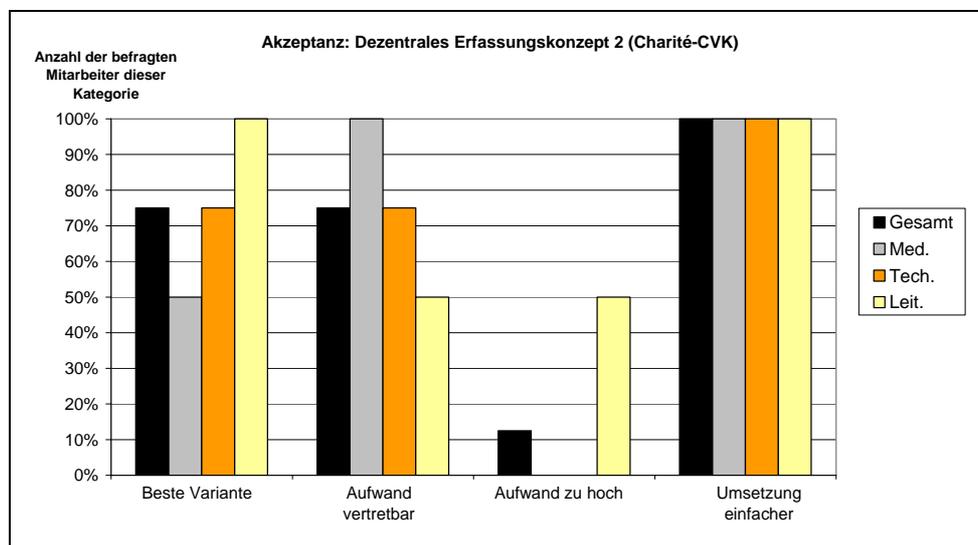


Abb. 36: Akzeptanz für das dezentrale Erfassungskonzept mit Urinbehältern (Charité-CVK)

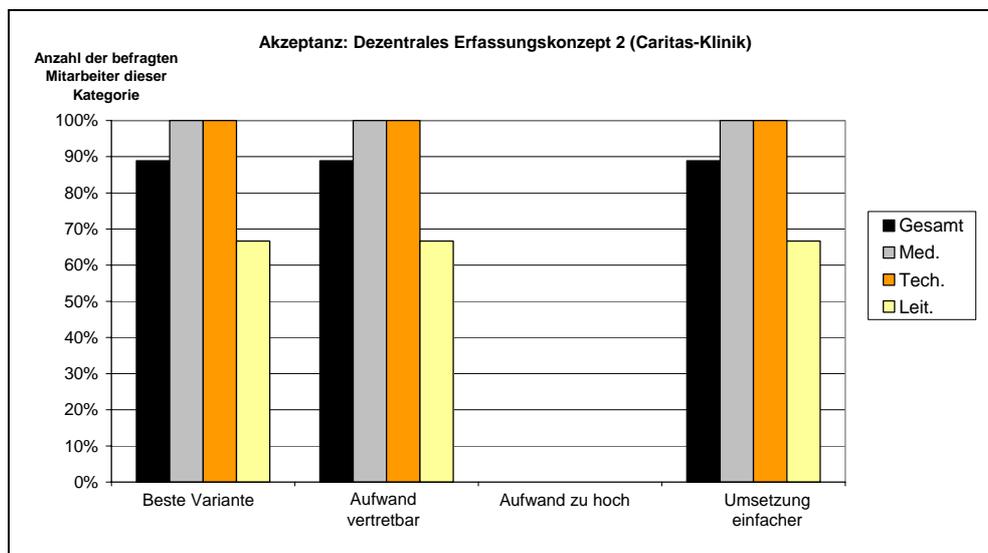


Abb. 37: Akzeptanz für das dezentrale Erfassungskonzept mit Urinbehältern (Caritas-Klinik)

Testphase

Für eine Testphase wurde ausschließlich das dezentrale Erfassungskonzept mit mobilen Urinbehältern empfohlen.

In der Caritas-Klinik wird die Testphase von allen Mitarbeiter stark unterstützt. Dabei ist die Auswahl der Sammelbehälter besonders wichtig, da erst in der Praxis von dem Stationspersonal entschieden werden kann, welcher Entsorgungsablauf eine maximale Hygiene und einen minimalen Aufwand anbietet. Die Verwaltungsleitung des Krankenhauses wird eine Aussage zur Testphase erst nach Abschluss der Machbarkeitstudie mitteilen, basierend auf den Meinungen der Pflegedienstleitung und der ärztlichen Leitung. Der

Personalaufwand wird das entscheidende Kriterium für die endgültige Entscheidung zur Testphase sein.

In der Charité-CVK wird die Testphase mit dem zweiten dezentralen Erfassungskonzept auch unterstützt (von 75% der befragten Mitarbeiter). Für ein Viertel der befragten Mitarbeiter (Vertreter für Pflegedienstleitung und Hygiene) wird eine Testphase nicht empfohlen, solange kein Beweis der Toxizität der RKM vorliegt. Bisher liegt keine Aussage der Verwaltungsleitung der Charité vor.

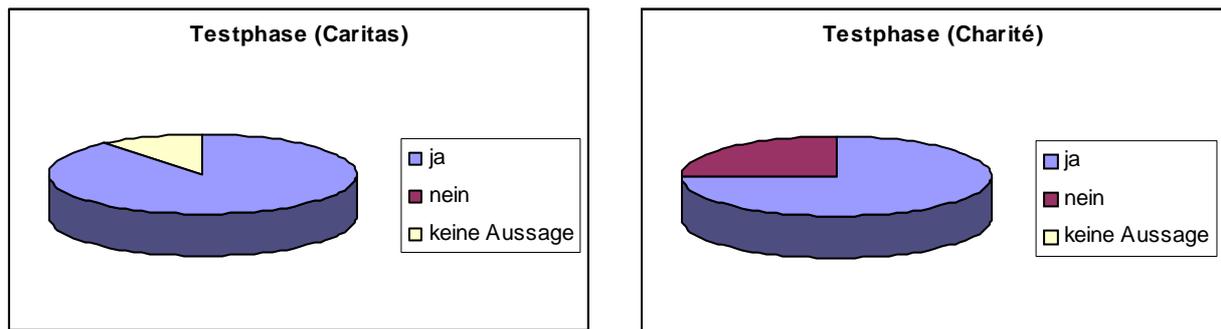


Abb. 38: Empfehlung für eine Testphase in beiden Krankenhäusern

Weitere Aussagen zur Akzeptanz

Die externe Urinentsorgung nach Sammlung innerhalb des Krankenhauses stellt einen kritischen Parameter für die Umweltbeauftragten dar. In beiden Krankenhäusern wurde betont, dass die Rückgewinnung von Iod aus dem gesammelten Urin bevorzugt werden sollte, statt einer Entsorgung in einer Abfallverbrennungsanlage.

In beiden Krankenhäusern wurde betont, dass die Mitarbeiter aufgeschlossen und umweltbewusst sind. Es wurde von vielen befragten Mitarbeitern (bis zu 67% der Befragten in der Caritas-Klinik) aus allen Fachbereichen hingewiesen, dass die Information des Personals und der Patienten besonders wichtig ist und den Erfassungsgrad stark beeinflussen kann. Diese Information sollte während eines Treffens und durch Informationszettel verteilt werden.

Grundsätzlich wird eine Erweiterung der Sammlung in anderen Bereichen empfohlen, um einen hohen Ioderfassungsgrad zu erreichen. Das dezentrale Erfassungskonzept mit Urinbehältern ist die einzige Variante, die geeignet wäre. Dazu soll zunächst ein praktikabler und kostengünstiger Entsorgungsablauf entwickelt und in der Praxis getestet werden, bevor eine Erweiterung an anderen Stationen untersucht wird. Dies wurde in beiden beteiligten Krankenhäusern betont.

Zur Frage einer umfassenden Umsetzung im größeren Maßstab nach einer Testphase wurden häufig gezielte Argumente erwähnt. Die Finanzierung einer solchen Umsetzung stellt in der aktuellen wirtschaftlichen Lage in den Krankenhäusern ein wesentliches Hindernis dar. In diesem Kontext wurde die Frage der Toxizität in erster Linie erwähnt, insbesondere bei der Krankenhausleitung: um den Aufwand und die Kosten der Maßnahme zu begründen, sollte zunächst ein Beweis der Ökotoxizität von RKM und deren Metaboliten vorliegen. Als Vorschlag zur Überwindung dieser Akzeptanzprobleme sollte die Maßnahme vom Gesetzgeber angestrebt werden.

Fazit

In beiden Krankenhäusern wurde das dezentrale Erfassungskonzept mit mobilen Urinbehältern als beste Variante eingestuft, da es eine einfache und flexible Umsetzung mit einem größeren Erfassungsgrad ermöglicht. Die Durchführung einer Testphase zur Demonstration und Validierung vom besten Erfassungskonzept wird unterstützt. Grundsätzlich besteht in beiden Krankenhäusern eine gute Akzeptanz seitens der Mitarbeiter, die umweltbewusst und aufgeschlossen sind. In der kritischen wirtschaftlichen Lage sind jedoch der zusätzliche Personalaufwand und die entsprechenden Kosten die entscheidenden Kriterien, die mit Hinsicht auf die erfasste Iodmenge minimal sein müssen. Dabei sind die Information des Personals zum Hintergrund der Maßnahme und die Begründung der Umweltrelevanz besonders wichtig.

7.5. Ermittlung der besten Variante

Um das beste Erfassungskonzept zu ermitteln, wurden die Ergebnisse der Nutzwertanalyse (s. Kapitel 7.3.) in Abhängigkeit von den Ergebnissen der Kostenberechnung (s. Kapitel 7.2.) gegenüber gestellt. Das Erfassungskonzept, das im linken und oberen Quartal liegt, kann als „beste Variante“ identifiziert werden.

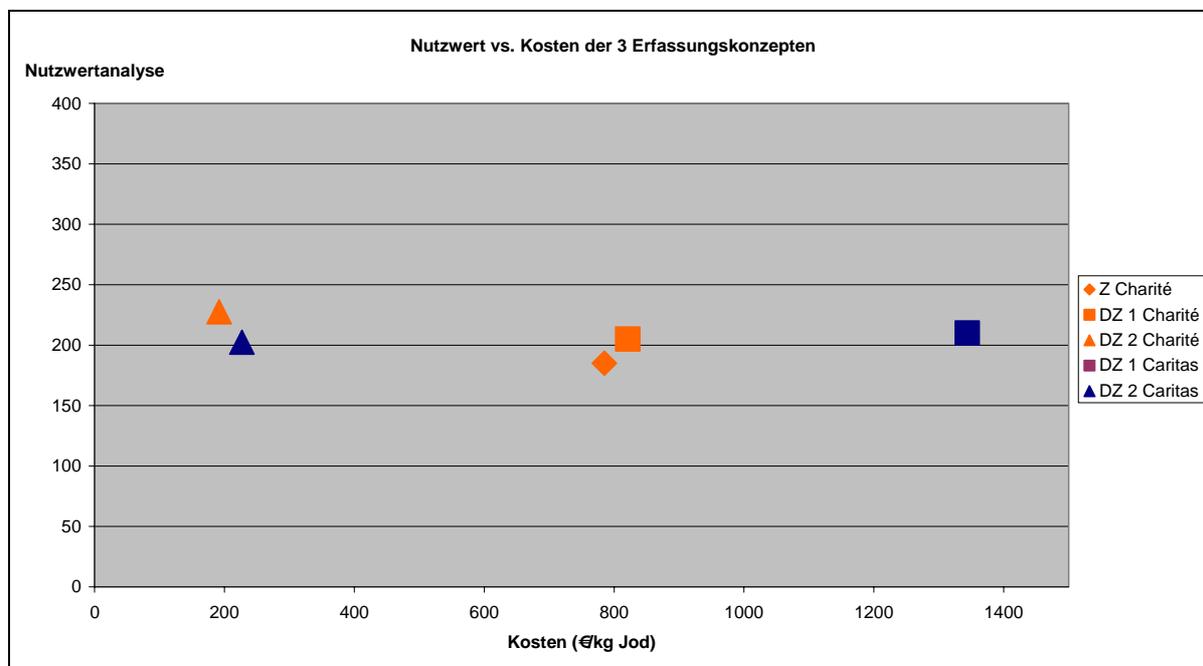


Abb. 39: Gegenüberstellung von Nutzwert und Kosten der 3 Erfassungskonzepte

Daraus ergibt sich, dass **das dezentrale Erfassungskonzept mit mobilen Urinbehältern (DZ 2)** die optimale Variante ist, um einen maximalen Nutzwert mit den günstigsten Kosten zu erreichen.

In dieser Betrachtung werden alle Ergebnisse systematisch zusammengefasst. Diese Schlussfolgerungen stimmen mit den Ergebnissen der Akzeptanzuntersuchung gut überein.

Entscheidende Kriterien können aus den Ergebnissen der Studie identifiziert werden:

- ✓ **Das zentrale Erfassungskonzept ist nicht praktikabel und kann ausgeschlossen werden:** Wartebereiche sind begrenzt (in Charité) oder nicht ausreichend (Caritas), die Erfassungsmenge ist sehr gering im Vergleich zum erforderlichen Betreuungsaufwand und zu den entsprechenden Kosten. Weiterhin ist dieses Konzept aufgrund den 4-stündigen Verbleib der Patienten im Wartebereich für die Qualität der Behandlung nicht geeignet.
- ✓ **Das dezentrale Erfassungskonzept mit Trenntoiletten auf der Station ist praktikabel aber ungünstig:** die Erfassungsmenge ist niedrig, da ausschließlich die mobilen Patienten integriert werden. Die Umbaumaßnahmen verursachen hohe Kosten, die ein Hindernis zur Umsetzung in weiteren Bereichen darstellen.

- ✓ **Die dezentrale Sammlung mit mobilen Urinbehältern auf der Station** (Urinflaschen, Steckbecken für bettlägerige Patienten sowie Sammelurinbehälter für mobile Patienten) **ist das einzige günstige Erfassungskonzept, um eine praktikable und effiziente Erfassung von iodorganischen Röntgenkontrastmitteln im Krankenhaus umzusetzen:**
- Die Erfassungsmenge ist maximal, indem bettlägerige und mobile Patienten betroffen werden.
 - Die Umsetzung des Erfassungskonzeptes ist relativ einfach, es sind keine Umbaumaßnahmen und keine wesentlichen Veränderungen im Behandlungsablauf erforderlich. Daher ist diese Maßnahme für eine Erweiterung in weiteren Bereichen am besten geeignet.

Zur Umsetzung dieses Erfassungskonzeptes stehen folgende Parameter im Vordergrund:

- **Auswahl der Sammelsysteme:** Die Behälter zur Urinsammlung im Unreinraum müssen die Voraussetzungen zur Hygiene und Arbeitssicherheit (Gewicht der Behälter) erfüllen und einen optimalen logistischen Entsorgungsablauf ermöglichen.
- **Erfassungsgrad:** Erst durch die Umsetzung in weiteren Bereichen im Krankenhaus kann die Erfassungsmenge erhöht werden und eine effektive Reduzierung der Iodfracht erreicht werden.
- **Kosten:** Zur Umsetzung der Maßnahmen sollen die Kosten minimal sein.
- **Akzeptanz:** Die erfasste Iodmenge hängt von der Akzeptanz der Patienten ab. Die Umsetzung der Maßnahme durch das Krankenhauspersonal kann durch Informationsmaßnahmen erleichtert werden, jedoch muss vor allem die Akzeptanz seitens der Krankenhausverwaltung vorliegen. Dabei sind die Kosten, der Personalaufwand sowie die effiziente Reduzierung der Iodfracht die wichtigste Entscheidungsparameter.

8. Ausblick

Die vorliegende Machbarkeitsstudie zeigt, dass die getrennte Erfassung von iodorganischen Röntgenkontrastmitteln in Krankenhäusern durch die Umsetzung einer dezentralen Sammlung mit Urinflaschen bzw. Steckbecken und Sammelurinbehältern am besten zu verwirklichen und daher machbar ist.

Unter Berücksichtigung dieser Ergebnisse wird empfohlen, die Umsetzung der dezentralen Sammlung mit mobilen Urinbehältern auf den Stationen im Rahmen einer Test- und Demonstrationsphase zu testen.

Die Iodfracht in Berliner Gewässern sollte vermindert werden. Im Rahmen dieses F.u.E.-Projektes konnte eine praktikable Lösung aus organisatorischer Sicht entwickelt werden. Ziele der Testphase sind:

- ✓ **Prüfung der Akzeptanz bei dem Personal und bei den Patienten**, um die Annahmen der Machbarkeitsstudie zu validieren. Hiervon ist die Erfassungsmenge abhängig. Die Teilnahmequote der Patienten sowie der Informationsbedarf seitens der Mitarbeiter in der Praxis ist zu ermitteln.
- ✓ **Prüfung des organisatorischen Ablaufs**, zur Identifizierung und Lösung von eventuellen logistischen Problemen, die im Rahmen der Machbarkeitsstudie nicht vorhersehbar waren und erst durch die Umsetzung in der Praxis festgestellt werden können.
- ✓ **Test der verschiedenen Urinbehältern** (Eimer, Kanister, Deckelsäcke), wie von den Ansprechpartnern in beiden Krankenhäusern gewünscht. Die optimale Logistik bei der Erfassung mit Urinbehältern kann erst in der Praxis in Zusammenarbeit mit dem Stationspersonal ermittelt werden.
- ✓ **Überprüfung und Validierung des zusätzlichen Zeitaufwands und der Kosten** nach Ermittlung des optimal logistischen Ablaufes.
- ✓ **Untersuchung der Möglichkeiten zur Erweiterung der dezentralen Erfassung mit mobilen Urinbehältern** in anderen Bereichen und an ambulanten Patienten, um einen maximalen Erfassungsgrad zu erreichen.

Die Umsetzung des Erfassungskonzeptes im Rahmen der Testphase könnte in einem der beiden Krankenhäusern getestet werden. Grundsätzlich empfehlen die Mitarbeiter aus beiden Krankenhäusern die Testphase. Zusätzlich ist die Stellungnahme der jeweiligen Verwaltungsleitungen noch einzuholen.

- ✓ In der Maria Heimsuchung Caritas-Klinik Pankow könnte die dezentrale Erfassung mit mobilen Behältern in den 2 Schwerpunktstationen getestet werden.
- ✓ In der Charité - Campus Virchow-Klinikum könnte die dezentrale Erfassung mit mobilen Behältern in den 6 Schwerpunktstationen demonstriert werden.
- ✓ Parallel sollte durch Datenerfassung (Anzahl und Zustand der betroffenen Patienten in anderen Bereichen, Räumlichkeiten) und Gespräche mit dem Personal die Erweiterung in anderen Bereichen im Krankenhaus während der Testphase geprüft werden.

Für die Finanzierung der Testphase war ein Budget von 151.388 € vorgesehen [Vorhabensbeschreibung RKM], welches die Personalkosten der Partner sowie die Kosten der Umbaumaßnahmen (Einbau einer Trenntoilette), die Entsorgungskosten und die Kosten der Wasseruntersuchungen beinhaltet. Bei einer Testphase mit mobilen Urinbehältern wären die Kosten deutlich geringer.

Die 2. Projektphase wird nur durchgeführt, wenn die Krankenhäuser für eine Test- und Demonstrationsphase zur Verfügung stehen.

Für eine umfassende Umsetzung in den Krankenhäusern ist die Finanzierung entscheidend. Die aktuelle wirtschaftliche Lage in Krankenhäusern ist kritisch, da Personal und finanzielle Mittel vermindert werden. Für eine umfassende Umsetzung des Erfassungskonzeptes sind gegebenenfalls Finanzierungsmittel zur Verfügung zu stellen.

Durch den Gesetzgeber kann allerdings die Umsetzung gefordert werden. Hierzu wurde eine Empfehlung für eine Richtlinie im Rahmen dieses Forschungsprojektes vorbereitet.

Um den Stoffkreislauf zu schließen wäre die Iodrückgewinnung aus dem erfassten Urin anzustreben. Im Rahmen von Forschungsprojekten oder bei RKM-Herstellern laufen Forschungen zur Verfahrenentwicklung. Dadurch könnte man nicht nur die Kosten durch Erlöse vermindern, sondern auch diese Stoffe nachhaltig wieder verwenden.

Um eine getrennte Erfassung von iodorganischen RKM an der Quelle in Krankenhäusern anzustreben, gelten das Vorsorgeprinzip sowie das Minimierungsgebot für Trinkwasser. Nach dem aktuellen Stand der Kenntnisse besteht ein Forschungsbedarf, um die Langzeitwirkungen der RKM und vor allem ihrer Metaboliten sowie die Synergieeffekte zwischen Spurenstoffen zu untersuchen.

Für andere Pharmakagruppen wurden toxische Effekte teilweise nachgewiesen (z.B. Bildung von Resistenzen durch den Eintrag von Antibiotika, Wirkung der endokrinen Substanzen), jedoch werden diese Stoffe vor allem von privaten Haushalten emittiert. Der Eintrag von Pharmaka aus Krankenhäusern ist geringfügig.

Röntgenkontrastmittel sind für eine getrennte Erfassung besonders geeignet, da sie quasi vollständig und unmetabolisiert über den Urin innerhalb von wenigen Stunden ausgeschieden werden und zur Hälfte von den Krankenhäusern emittiert werden. Diese Eigenschaften sind die erforderlichen Kriterien, um eine getrennte Erfassung an der Quelle zu ermöglichen. Ein anderes Beispiel stellen die Zytostatika dar. Parallel zu diesem Forschungsprojekt wurde die Machbarkeit einer getrennten Erfassung von Zytostatika im Rahmen einer Diplomarbeit untersucht [Schuster_2005]. Dabei wären die Bedingungen zur Arbeitssicherheit besonders kritisch. Die getrennte Erfassung von Pharmaka an der Quelle in Krankenhäusern bietet eine nachhaltige Alternative zu aufwendigen technischen Verfahren, die zur Elimination dieser Stoffe während des Wasserkreislaufes (Krankenhausabwasser, Kläranlagen, Wasserwerke) entwickelt und eingesetzt werden könnten.

9. Anhang

9. Anhang

Anhang 1 : Handelsübliche Röntgenkontrastmittel	90
Anhang 2 : Patientendaten (Toilettengänge, Flüssigkeitsaufnahme)	95
Anhang 3: Abwasseranalysen in der Caritas-Klinik.....	96
Anhang 4: Abwasseranalysen in der Charité-CVK.....	100
Anhang 5: Auswahl der Trenntoilette	102
Anhang 6: Zentrale Lösung – Aufkommen an Toilettengängern (Caritas)	107
Anhang 7: Zentrale Lösung – Aufkommen an Toilettengängern (Charité).....	108
Anhang 8: Zentrale Lösung - Aufenthalts- und Wartebereiche (Caritas).....	110
Anhang 9: Zentrale Lösung - Aufenthalts- und Wartebereiche (Charité)	114
Anhang 10: Organisatorische Änderungen - Zeitaufwand für das zentrale Erfassungskonzept in der Charité	115
Anhang 11: Organisatorische Änderungen - Zeitaufwand für das dezentrale Erfassungskonzept 1 in der Caritas-Klinik.....	116
Anhang 12: Organisatorische Änderungen - Zeitaufwand für das dezentrale Erfassungskonzept 1 in der Charité	117
Anhang 13: Organisatorische Änderungen - Zeitaufwand für das dezentrale Erfassungskonzept 2 in der Caritas-Klinik.....	118
Anhang 14: Organisatorische Änderungen - Zeitaufwand für das dezentrale Erfassungskonzept 2 in der Charité	119
Anhang 15: Kostenberechnung.....	120
Anhang 16: Verweilzeitverlängerung.....	123
Anhang 17: Nutzwertanalyse (Workshop 1.11.2004)	125
Anhang 18: Akzeptanzuntersuchung	131
Anhang 19: Akzeptanz der Patienten - Befragung	132
Anhang 20: Literaturreferenzen.....	133

Anhang 1 : Handelsübliche Röntgenkontrastmittel

Die kursiv dargestellten RKM wurden mit mindestens einer möglichen Iodkonzentration in den Partnerkrankenhäusern verwendet. Die fett dargestellten RKM-Wirkstoffe wurden in der aquatischen Umwelt in Deutschland nachgewiesen. (Zusammengestellt nach der Roten Liste 2004, nach Herstellerinformationen und nach Speck_U_1991.)

Orale iodhaltige RKM

Handelsname	Wirkstoff	Hersteller	Iodkonzentration [mg/mL]	Anwendung (Auswahl)	Eigenschaften
<i>Gastrografin</i>	<i>Natriumamidotrizoat, Amidotrizoessäure, Megluminsalz</i>	<i>Schering</i>	<i>370</i>	<i>Magen-Darm-Trakt, CT im Abdominalbereich</i>	<i>Ionisches, monomeres RKM, nur ca. 3 % werden rasch und vollständig vorwiegend renal ausgeschieden, Nachweis im Harn nach 30-120 min</i>
Gastrolux	Natriumamidotrizoat, Amidotrizoessäure , Megluminsalz	Sanochemia Diagnostics	370	Magen-Darm-Trakt, CT im Abdominalbereich	Ionisches, monomeres RKM
Gastrolux -CT	Natriumamidotrizoat, Amidotrizoessäure , Lysin-Salz	Sanochemia Diagnostics	370	Magen-Darm-Trakt CT im Abdominalbereich,	Ionisches, monomeres RKM
Peritrast –oral-CT (73%)	Amidotrizoessäure , Lysin-Salz, Natriumamidotrizoat	Köhler	400	CT im Abdominalbereich	Ionisches, monomeres RKM Der Iodgehalt des Urins beträgt 4 h nach der oralen Kontrastmittelgabe zwischen 0,2-1,5 % der verabreichten Dosis.
<i>Peritrast –oral-GI (60%)</i>	Amidotrizoessäure , Lysin-Salz	<i>Köhler</i>	<i>300</i>	<i>Speiseröhre, Magen-Darm-Trakt,</i>	<i>Ionisches, monomeres RKM Der Iodgehalt des Urins beträgt 4 h nach der oralen Kontrastmittelgabe zwischen 0,2-1,5 % der verabreichten Dosis.</i>
Telebrix Gastro	Ioxitalaminsäure, Megluminsalz	Guerbet	300	CT im Abdominalbereich, Dickdarm	Ionisches, monomeres RKM

Parenterale und andere Applikationsformen iodhaltiger RKM

Handelsname	Wirkstoff	Hersteller	Iodkonzentration [mg/mL]	Anwendung (Auswahl)	Eigenschaften
Accupaque 240/-300/-350	Iohexol	Amersham Buchler	240; 300; 350	Myelographie, Urographie, Angiographie	Nichtionisches, monomeres RKM renale Ausscheidung nach 24h zu 92-96 %, Eliminationshalbwertszeit ca. 121 min
<i>Biliscopin zur Infusion</i>	<i>Iotroxinsäure, Dimegluminsalz</i>	<i>Schering</i>	<i>50</i>	<i>Cholegraphie</i>	<i>Ionisches, dimeres RKM</i>
Ethibloc	Amidotrizoesäure, Natriumsalz	Ethicon	k.A.	präoperative Gefäßembolisation, Pankreas	Ionisches, monomeres RKM
Hexabrix 320	Ioxaglinsäure, Megluminsalz, Natriumsalz	Guerbet	320	Gefäßsystem	Ionisches, dimeres RKM
Imagopaque 200/-250/- 300/350 mg I/mL	Iopentol	Amersham Buchler	200; 250; 300; 350	200/250: Phlebographie 300: Arteriographie, Urographie, CT 350: Urographie, Angiokardiographie	Nichtionisches RKM, renale Ausscheidung nach 24h > 98 %, Eliminationshalbwertszeit ca. 120 min
<i>Imeron 150/- 250-300/-350/- 400 MCT</i>	Iomeprol	<i>ALTANA Pharma Deutschland</i>	<i>150; 250; 300; 350; 400</i>	<i>CT u. a.</i>	<i>Nichtionisches RKM, Ausscheidung nahezu ausschließlich durch glomeruläre Filtration, Eliminationshalbwertszeit ca. 109 ± 20 min</i>
Iopamidol- ratiopharm 200/- 250/-300/-370	Iopamidol	Ratiopharm	200; 250; 300; 370	Phlebographie, Kontrastverstärkung bei CT	Nichtionisches, monomeres RKM
<i>Isovist –240/-</i>	<i>Iotrolan</i>	<i>Schering</i>	<i>240;</i>	<i>Myelographie,</i>	<i>Nichtionisches, dimeres RKM</i>

Handelsname	Wirkstoff	Hersteller	Iodkonzentration [mg/mL]	Anwendung (Auswahl)	Eigenschaften
300			300	Körperhöhlen	
Lipiodol Ultra-Fluid (Ölige Lösung)	Fettsäureäylester des iodierten Oleum Papveris	Guerbet	480	Lymph-angiadenographie	-
Melitrast 300	losarcol	Köhler	300	Ausscheidungsurographie Kontrastverstärkung bei CT	-
Omnipaque – 240/-300/-350	lohexol	Schering	240; 300; 350	Urographie, Kontrastverstärkung bei CT, Körperhöhlen	Nichtionisches, monomeres RKM, renale Ausscheidung nach 24h zu 87 ± 14 %, (Pharmakokinetik ist z.B. Iopromid sehr ähnlich), Eliminationshalbwertszeit ca. 120-180 min
Peritrast 300/60%	Amidotrizoesäure, Lysinsalz	Köhler	300	Körperhöhlen mit Ausnahme des Spinalkanals und der Hirnhohlräume	Ionisches, monomeres RKM, Ausscheidung der Amidotrizoesäure überwiegend durch glomeruläre Filtration, Lysin wird teils renal ausgeschieden, teils in andere Substanzen eingebaut
Peritrast 300-comp. 51%	Natriumamidotrizoat, Amidotrizoesäure, Lysinsalz	Köhler	300	Körperhöhlen mit Ausnahme des Spinalkanals und der Hirnhohlräume	Ionisches, monomeres RKM, Ausscheidung der Amidotrizoesäure überwiegend durch glomeruläre Filtration, Lysin wird teils renal ausgeschieden, teils in andere Substanzen eingebaut
Peritrast 400/80%	Amidotrizoesäure, Lysinsalz	Köhler	400	Körperhöhlen mit Ausnahme des Spinalkanals und der	Ionisches, monomeres RKM

Handelsname	Wirkstoff	Hersteller	Iodkonzentration [mg/mL]	Anwendung (Auswahl)	Eigenschaften
				Hirnhohlräume	
Peritrast 400-comp. 73%	Natriumamidotrizoat, Amidotrizesäure , Lysinsalz	Köhler	400	Körperhöhlen mit Ausnahme des Spinalkanals und der Hirnhohlräume	Ionisches, monomeres RKM
Peritrast –Infusio 31% (retro)	Natriumamidotrizoat, Amidotrizesäure , Lysinsalz	Köhler	180	Retrograde Pyelographie, Urethro-Zystographie	Ionisches, monomeres RKM
Peritrast –Infusio 160/32%	Amidotrizesäure , Lysinsalz	Köhler	160	Infusionsurographie	Ionisches, monomeres RKM
Peritrast –Infusio 180/31%	Natriumamidotrizoat, Amidotrizesäure , Lysinsalz	Köhler	180	Infusionsurographie	Ionisches, monomeres RKM, Ausscheidung der Amidotrizesäure überwiegend durch glomeruläre Filtration, Lysin wird teils renal ausgeschieden, teils in andere Substanzen eingebaut
<i>Peritrast – RE/36%</i>	<i>Amidotrizesäure, Lysinsalz</i>	<i>Köhler</i>	<i>180</i>	<i>Rektale Kolondarstellung</i>	<i>Ionisches, monomeres RKM</i>
Solutrast 200/-250/-300/-370	Iopamidol	ALTANA Pharma Deutschland	200; 250; 300; 370	Phlebographie, Konarographie, CT, u.a.	Nichtionisches, monomeres RKM
Solutrast 200 M/-250 M	Iopamidol	ALTANA Pharma Deutschland	200; 250	Myelographie, Radiokulographie	Nichtionisches, monomeres RKM
Telebrix N 180/-N 300	Ioxitalaminsäure, Megluminsalz	Guerbet	180; 300	Retrograde MCU	Ionisches, monomeres RKM

Handelsname	Wirkstoff	Hersteller	Iodkonzentration [mg/mL]	Anwendung (Auswahl)	Eigenschaften
Ultravist –150/-240/-300/-370	Iopromid	Schering	150; 240; 300; 370	Kontrastverstärkung bei CT, Urographie, Körperhöhlen, Angiographie	Nichtionisches, monomeres RKM, renale Ausscheidung nach 24 h zu 98 %, Eliminationshalbwertszeit ca. 120 min
Unilux 250/-300/-370	Iopamidol	Sanochemia Diagnostics	250; 300; 370	Phlebographie, Angiokardiographie, Kontrastverstärkung bei CT, u.a.	Nichtionisches, monomeres RKM
Urolux	Amidotrizoesäure, Megluminsalz	Sanochemia Diagnostics	290	Fistulographie, Pankreatographie	Ionisches, monomeres RKM
Urolux Retro 31%	Natriumamidotrizoat, Amidotrizoesäure, Megluminsalz	Sanochemia Diagnostics	150	Retrograde Urographie	Ionisches, monomeres RKM
Visipaque 150/-270/-320	Iodixanol	Amersham Buchler	150; 270; 320	Angiographie, Kontrastverstärkung bei CT, u.a.	Nichtionisches RKM, renale Ausscheidung nach 24 h > 97 %, Eliminationshalbwertszeit ca. 123 min
Xenetix 250/-300/-350	Iobitridol	Guerbet	250; 300; 350	Phlebographie, CT, Angiokardiographie	-
Optiray 300	Ioversol	Mallinckrodt Medical	-	Computer-tomographie	-

Optiray 300 wurde im Jahr 2003 in geringen Mengen in einem Partnerkrankenhaus verwendet. In der Roten Liste 2004 ist dieses RKM nicht aufgeführt.

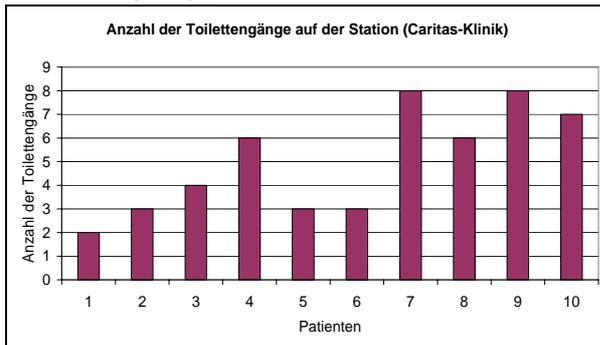
Anhang 2 : Patientendaten (Toilettengänge, Flüssigkeitsaufnahme)

Befragung

In der Caritas-Klinik wurden 18 Patienten befragt, davon haben 10 Patienten teilgenommen (Untersuchungswoche 21.-25 Juni 2004).

In der Charité wurden 14 Patienten befragt, davon haben 13 Patienten teilgenommen, in dem Zeitraum 27 Juli bis 10. August 2004

Toilettengänge

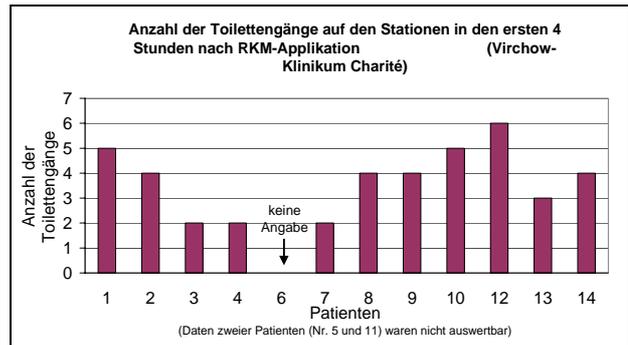


CARITAS-KLINIK

Anzahl der Toilettengänge: Min. 2, Max. 8

Durchschnitt: 5

Von den 18 untersuchten Patienten sind 3 Patienten in der Röntgenabteilung auf die Toilette gegangen.



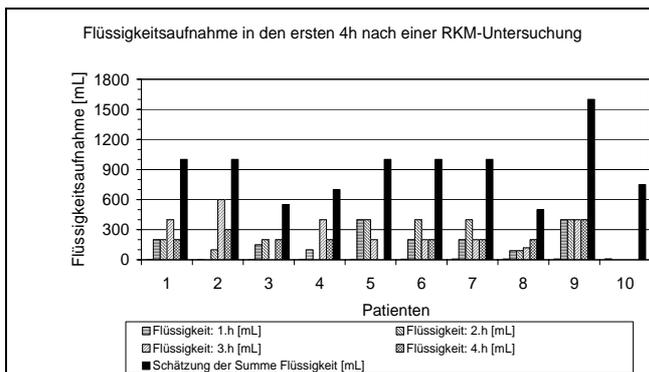
CHARITÉ - CVK

Anzahl der Toilettengänge: Min. 2, Max. 6

Durchschnitt: 3,4

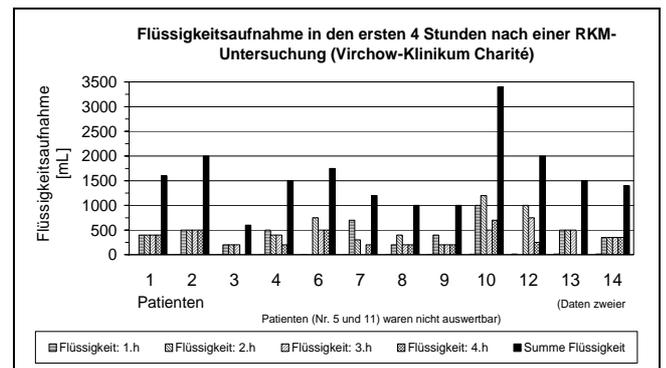
Anzahl der Toilettengänge – Patientenbefragung in beiden Krankenhäusern

Flüssigkeitsaufnahme



Caritas-Klinik

Im Durchschnitt haben die Patienten **910 mL** getrunken (Wasser, Tee, Kaffee)



Charité - CVK

Im Durchschnitt haben die Patienten **1580 mL** getrunken (Wasser, Tee, Kaffee)

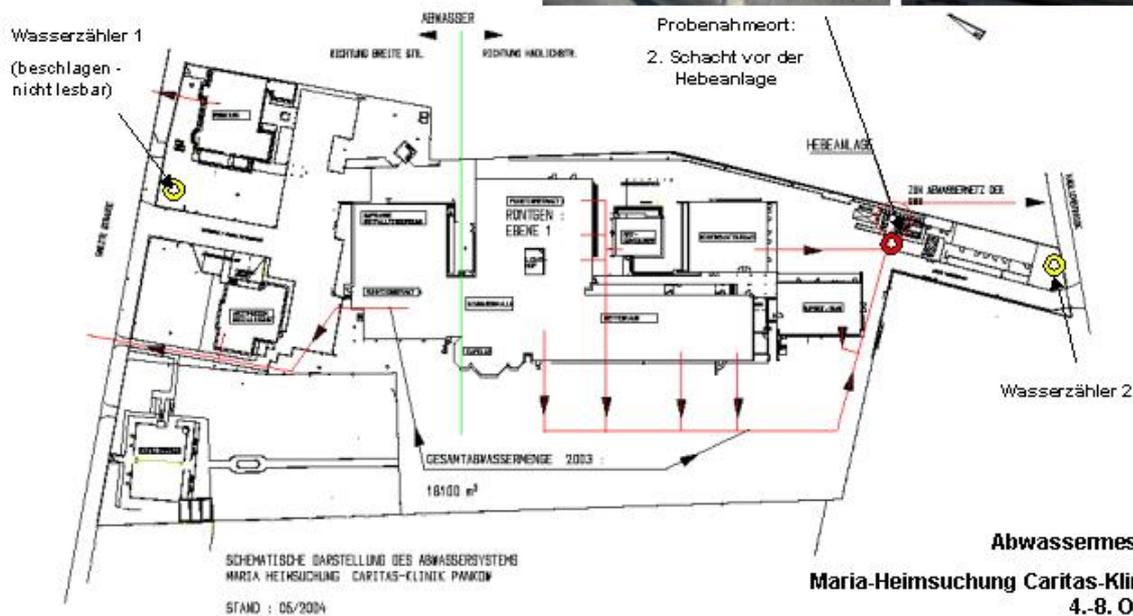
Flüssigkeitsaufnahme – Patientenbefragung in der Caritas-Klinik

Anhang 3: Abwasseranalysen in der Caritas-Klinik

1. Probenahme

Es wurden fünf 24h-Mischproben in dem Zeitraum 4.-8. Oktober 2004 genommen. Aufgrund eines Problems mit der Probe vom 8.10. wurde eine zusätzliche Probe am 14.10. entnommen.

Probenahmeort: 2. Schacht vor der Hebeanlage



**Abwassermesskampagne
Maria-Heimsuchung Caritas-Klinik Pankow,
4.-8. Oktober 2004**

RKM-Projekt (KWB)

Wassermengen: Zur Frachtberechnung wurde der Frischwasserverbrauch am Wasserzähler in der Hadlichstrasse abgelesen (zwei Zähler). Der andere Zähler in der Breite Strasse war beschlagen und nicht lesbar. Für diesen Zähler wurde als Schätzung die Hälfte der Menge in der Hadlichstrasse angenommen:

Wassermenge m³

Datum	Zähler Hadlichstrasse						Breite Str	Gesamt m ³ /Tag
	Nr1	Nr2		Nr1	Nr2	Summe		
04.10.04	16951	14417						
05.10.04	16974	14436	04.-05.10.2004	23	19	42	21	63
06.10.04	16997	14456	05.-06.10.2004	23	20	43	21.5	64.5
07.10.04	17016	14472	06.-07.10.2004	19	16	35	17.5	52.5
08.10.04	17035	14487	07.-08.10.2004	19	15	34	17	51
14.10.04	17143	14574						
15.10.04	17164	14590	14.-15.10.2004	21	16	37	18.5	55.5

2. Ergebnisse

24h-Mischprobe

		Konzentrationen								
Tag	Uhrzeit	AOI µg I /L	AOI µg Cl /L	AOX µg Cl /L	% AOI/AOX	DOC mg/L	Chlorid mg/L	CSB mg/L	T wasser °C	pH
04.-05.10.2004	08:35	1500	419	560	75%	61	230	370	18.9	7.9
05.-06.10.2004	09:15	7300	2039	1900	107%	71	110	350	19	8.2
06.-07.10.2004	10:45	2300	643	700	92%	76	93	650	18.3	8.3
07.-08.10.2004	10:45	2000	559	600	93%	88	350	590	16.7	8.2
14.-15.10.2004	09:00	2800	782	850	92%	130	1100	670	14.4	8.1
Durchschnitt		3180	888	922	92%	85.2	376.6	526	17.46	8.14

I 126.9 g/mol

Cl 35.45 g/mol

		Wassermenge	Fracht		
		Gesamt	AOI	AOI	AOX
Einheit	m3/24h	g I /tag	g Cl/tag	g Cl/tag	g Cl/tag
04.-05.10.2004	63	94.5	26.4	35.3	
05.-06.10.2004	64.5	470.9	128.5	119.7	
06.-07.10.2004	52.5	120.8	40.5	44.1	
07.-08.10.2004	51	102.0	35.2	37.8	
14.-15.10.2004	55.5	155.4	49.3	53.6	
Durchschnitt	57.3	188.7	56.0	58.1	

DOC	Chlorid	CSB
kg/tag	kg/tag	kg/tag
3.8	14.5	23.3
4.5	6.9	22.1
4.8	5.9	41.0
5.5	22.1	37.2
8.2	69.3	42.2
5.4	23.7	33.1

Summe Woche **286.5** **943.5** **279.8** **290.4**
m3/Woche g I / woche g Cl/Woche g Cl/Woche

26.8 118.6 165.7
 kg/woche kg/woche kg/woche

3. Iodverbrauch im Zeitraum der Messkampagne

Für den Zeitraum der Abwassermesskampagne (Woche 4.-8. Oktober 2004) wurde der RKM-Verbrauch der Radiologie-Abteilung ermittelt. Mit dem Iodgehalt der verschiedenen RKM kann man den Iodverbrauch der Radiologie berechnen und die „erwartete“ mittlere AOX-Konzentration im Abwasser berechnen [Gartiser_S_1999].

Tag	Jodverbrauch in der Radiologie (g Jod/Tag)	Wassermenge (Zähler) (m ³ /Tag)	AOX-Berechnung (mg Cl/L)
04.10.2004	104,8	63	0,464
05.10.2004	210,5	64,5	0,911
06.10.2004	178,4	52,5	0,948
07.10.2004	103,4	51	0,566
08.10.2004	197,2	55,5	0,991

4. Auswertung

AOX- und AOI-Konzentrationen

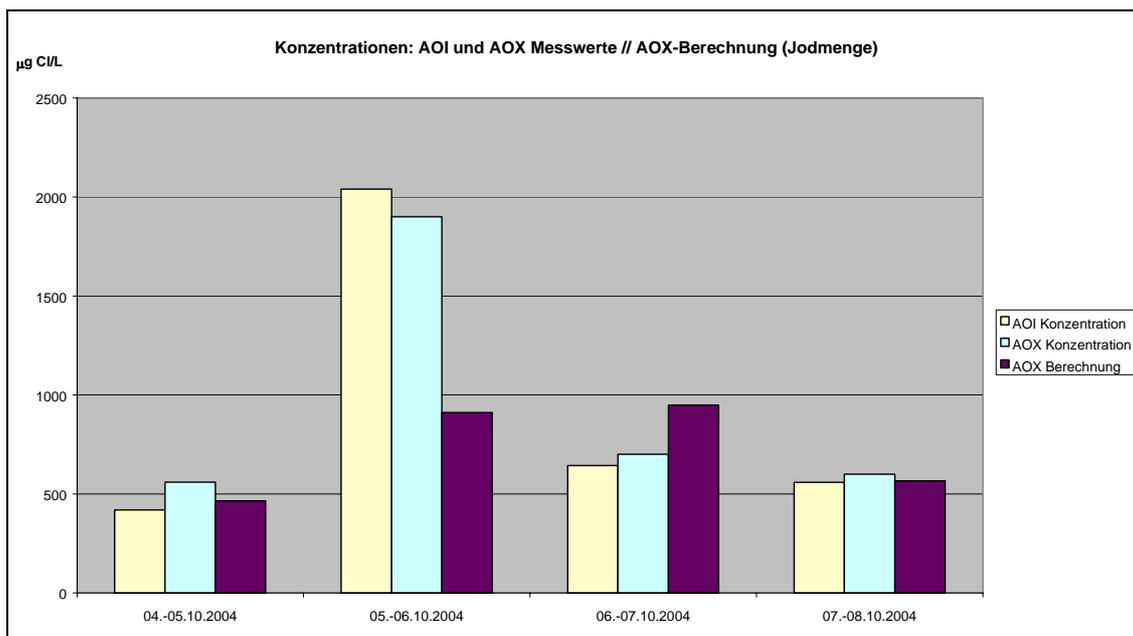
Alle AOX-Konzentrationen der 24h-Mischproben sind unter dem Konzentrationsgrenzwert von 1,0 mg Cl/L (Einleitbedingungen BWB), außer für die zweite Probe (5.10.2004, Problem bei der Analytik da AOI>AOX).

AOI-Anteil

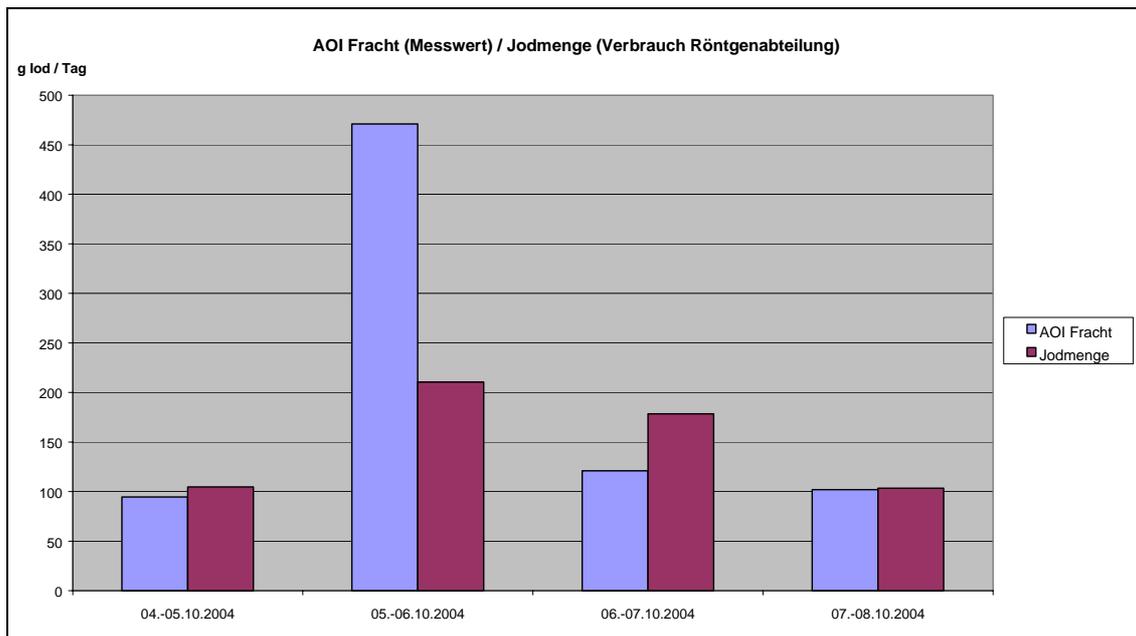
Für alle Proben beträgt der AOI-Anteil am AOX mindestens 75%, in vier Fällen über 92% und im Durchschnitt 92%.

AOX-Konzentrationen: Vergleich der Messung und der Berechnung

Die gemessene AOX-Konzentration und die erwartete AOX-Konzentration, die mit dem Iodverbrauch in der Radiologie berechnet wurde, sind sehr ähnlich für 3 Proben über 4 (Ausnahme: die zweite Probe vom 5.10.2004).



Vergleich AOI-Fracht und Iodverbrauch in der Radiologie



Die applizierte Iodmenge in der Radiologie und die gemessene AOI-Fracht (g Iod/Tag) sind meistens sehr ähnlich. Nur für die zweite Probe (5.10.2004, Problem AOI > AOX) ist die Fracht deutlich höher als der Iodverbrauch.

Anhang 4: Abwasseranalysen in der Charité-CVK

Vorhandene Abwasseranalysen¹

AOX-Werte Virchow-Klinikum (vorhandene Daten)

	AOX-Werte in mg/L		
	PNS Röntgenabteilung	PNS Bettenhaus (Herzabteilung)	PNS Abklinganlage Radiologie
1996	8300	1400	4500
1997			
1998	650	3000	2000
1999	2500	3700	5
2000		31	400
2001		940	15
2002		320	120
2003		180	82
2004			
		Menge/a: 60 300 m3	Menge/a: 9450 m3

Aufgrund der wenig repräsentativen Daten wurde eine weitere Messkampagne auf dem Campus Virchow-Klinikum in Zusammenarbeit mit den Berliner Wasserbetrieben durchgeführt.

Messkampagne 25.Juni - 9. Juli 2004

Herstellung einer repräsentativen Mischprobenahme (Messkampagne Charité)

Abwasserkataster am Universitätsklinikum Charité Campus Virchow-Klinikum

Aktueller Stand (2004)

Einleerschacht Nr	relevant für RKM	Abwassermenge		Volumen der Probe	
		m ³	% gesamte Menge	% gesamte Probe	mL
1	nein	28800	6.4		
2	nein	225	0.05		
3	ja	45000	10	11.8	592
4	ja	60300	13.4	15.9	793
5	nein	6750	1.5		
6	nein	6750	1.5		
7	ja	45000	10	11.8	592
8	ja	9450	2.1	2.5	124
9	ja	61200	13.6	16.1	805
10	ja	15075	3.35	4.0	198
11	nein	3375	0.75		
12	ja	28575	6.35	7.5	376
13	nein	21600	4.8		
14	nein	2250	0.5		
15	ja	115650	25.7	30.4	1521
Gesamt		450000	100		
Gesamt relevant für RKM		380250	84.5	100.0	5000

¹ Frau Herrndorf, BWB, Einleiterüberwachung, Gespräch am 2.6.2004

Ergebnisse

Ergebnisse der Abwassermesskampagne (Charité)

Probe-Nr	Probenahme	Zeit von	Zeit bis	AOI µg I /L	AOI µg Cl /L	AOX µg Cl/L	DOC mg C /L	Chlorid mg Cl /L	CSB mg O2 /L	pH
80400649	25.06.04	08:30	09:30	900	251	200	83	130	390	8.2
80400650	28.06.04	08:30	09:30	800	223	280	85	120	420	8.1
80400651	29.06.04	08:00	09:15	1100	307	320	100	210	460	8.1
80400652	30.06.04	13:00	14:50	330	92	150	97	120	490	8.4
80400653	01.07.04	12:55	13:50	130	36	160	110	250	450	8.2
80400654	02.07.04	13:00	13:45	1200	335	410	88	180	380	8.1
80400655	05.07.04	12:55	13:45	980	274	300	150	210	570	8
80400656	06.07.04	12:50	13:40	470	131	590	160	170	690	8.3
80400657	07.07.04	12:50	13:40	110	31	180	180	210	770	7.8
80400658	08.07.04	12:50	13:40	69	19	120	160	160	540	7.8

Bemerkungen:

> an folgenden Daten war am Schacht 10 kein oder nur minimaler Abwasserstrom zu verzeichnen: 28.06, 05.07, 06.07, 07.07

> Pb bei der Analyse am 25.6: AOI>AOX. Erklärung BWB-Labor: Störmatrix oder hohe Feststoffgehalt (Frau Herndorf, 12.8.2004)

AOI	Adsorbable Organic Iodine	µg I /L	DIN EN ISO 10304-1/2
AOX	Adsorbable Organic Halogen (X) compounds (X= chlorine, iodine, bromine)	µg Cl /L	DIN EN 1485-H14
DOC	Dissolved Organic Carbon	mg C /L	DIN EN 1484-H03
Chlorid	Cl-	mg Cl /L	DIN EN ISO 10304-1/2
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf	mg O2 /L	DIN 38409-H41

Anhang 5: Auswahl der Trenntoilette

Übersicht über Trenntoiletten verschiedener Hersteller

Hersteller / Vertrieb	Roediger	Berger-Biotechnik	Wost Man	Dubblotten
Anzahl der Varianten	2	2	1	1
Toilettenart	1 Schwerkrafttoilette (No-Mix-Toilette) 1 Vakuumtoilette	-> Gustavsberg: WC 393U mit Keramikspülkasten -> Gustavsberg: WC 396U (nur noch Lagerbestände)	WM DS (Double Flash)	Dubblotten
Montage	wandhängend (No-Mix-Toilette)	wandhängend	stehend	wandhängend
Installationsmaße	?	vorhanden	Höhen- und Längenmaße vorhanden	teilweise auf schwedisch vorhanden
Toilettensitz	Rödiger WC-Sitz	Passende Sitze werden mitgeliefert (Toiletten sind etwas kürzer als normale Toiletten)	?	?
Besonderheiten	-> einzigste Trenntoilette mit wasserfreier Urinspülung -> ohne Spülkasten	-> Geruchsverschluss im Urinrohr -> 393U mit Keramikspülkasten -> 396U ohne Spülkasten	mit Spülkasten	?
Spülwasser	unverdünnte Urinableitung Beckenspülung: 6 L	10% des Spülwassers wird in den Urintank geleitet Urinspülung: 2 L Fäzesspülung: 4 L	Urinspülung: 0,1-0,2 L Fäzesspülung: 3-5 L	Urinspülung: 0,12-0,15 L Fäzesspülung: 2-4 L
Hygiene	Kein Unterschied	ganzes Becken wird gespült	?	Schlecht zu säubern durch die hohe Trennwand
Nachteile	-> Urintrennung ist nur sitzen möglich -> relativ weit hinten sitzen um Trennung zu gewährleisten			Man muss sehr weit hinten sitzen (nicht für Kinder geeignet)
Erfahrungen		-> Anschluss an 40 mm Rohr möglich, Empfehlung Verwendung eines 50 mm Rohres		

Hersteller / Vertrieb	Roediger	Berger-Biotechnik	Wost Man	Dubbletten
		-> ½-jährige Spülung des Urinrohres		
Empfehlung² SCST	empfehlenswert	?	empfehlenswert	nicht empfehlenswert
Lieferung	ca. 6 Wochen	ca. 2 Wochen; Palettenlieferung oder Einzelversand	?	?
Preis [EUR] inkl. MwSt (ohne Transport)	1252 EUR (No-Mix-Toilette mit Montagerahmen und Sitz)	-> 786 EUR 393U mit Keramikspülkasten -> 518 396U ohne Spülkasten	729 EUR (Sonderangebot vom 13.09.2004 550 EUR)	?
Kontaktdaten	Reiner Krzyzak-Zeller Tel. +49 61 81 / 309 – 285 vhtkrz@roediger-hu.de	BERGER BIOTECHNIK GmbH Herr Berger Tel.: 040 / 439 78 75 info@berger-biotechnik.de	Wasserwunder Jens Zimmermann Tel. 0451-70749470 info@wasserwunder.de evtl auch über Firma Armin Müller Tel.: (0049) 9358-1217 info@ar-mueller.de	BB Innovation & Co AB Bibbi Söderberg innovation@dubbletten.nu
Internet	http://www.roevac.de/	http://www.berger-biotechnik.de/index_d.htm http://www.gustavsberg.com/gustavsberg/	http://www.wost-man-ecology.se/english.html http://www.wasserwunder.de/ http://www.locus-toilette.de/	http://www.dubbletten.nu/
Abbildungen	No-mix-Toilette	Gustavsberg: WC 393U		

² Erfahrungsaustausch mit Dr. A. Peter-Fröhlich und Dipl.-Ing. Isabelle Kraume, KWB-Projekt „Neue Sanitärkonzepte“, am 20.8.2004

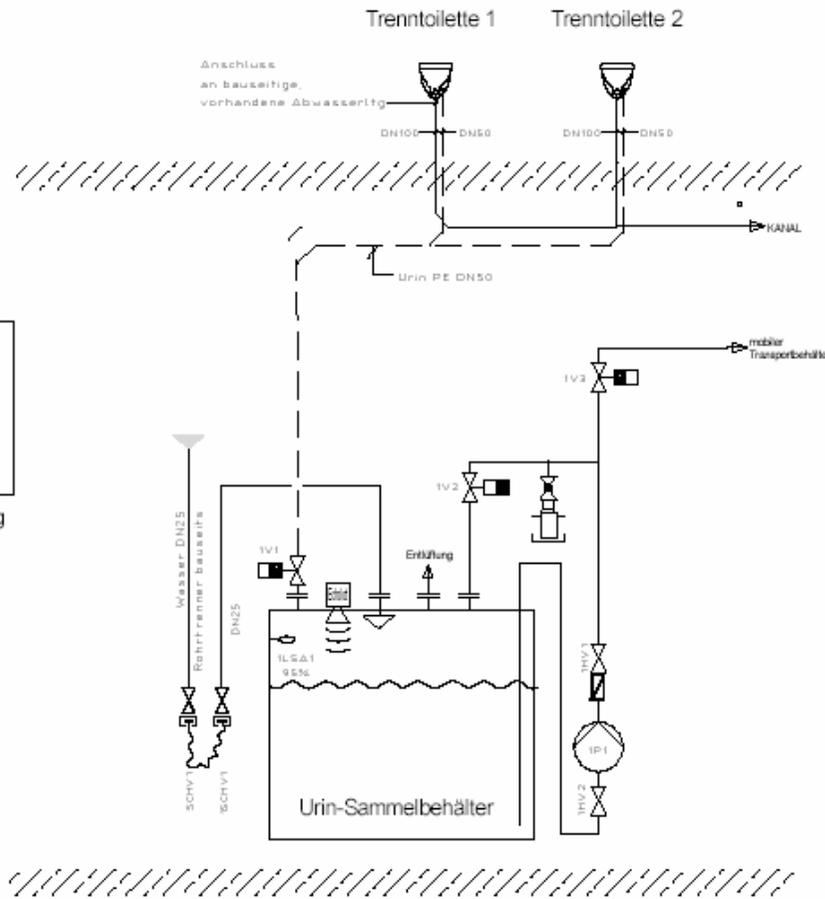
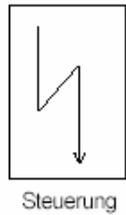
Hersteller / Vertrieb	Roediger	Berger-Biotechnik	Wost Man	Dubbletten
		 <p data-bbox="804 948 1211 1007">Gustavsberg: WC 396U (nur noch Lagerbestände)</p> 		

Angebot für eine No-Mix-Toilette der Fa. Roediger (17.8.2004)

- Roediger No-Mix Trenntoilette (Toilettenkörper aus Porzellan)
- WC-Sitz mit Deckel (aus PVC)
- Vorwand-Installationselement
- Betätigungsplatte
- Gesamtbetrag (inkl. MwSt.) **1.252.80 €**

Angaben für eine Anlage im Rahmen RKM-Projekt:

- Je nach Größe der Abteilung und Anzahl der Patienten pro Tag sollten mindestens zwei Trenntoiletten vorgesehen werden.
- Die Größe des Auffangbehälters richtet sich nach der gewünschten Abholfrequenz und der Anzahl der Patienten.
- Das max. Tagesvolumen pro Patient und Tag beträgt ca. 2 Liter Urin.
- Bei 20 Patienten pro Tag muss ein Behälter von 500 Liter (Bruttovolumen) und 90 %iger Füllung alle 11 Tage entleert werden.
- Behältermaterial: PE-HD
- Abmessungen: ca. 1.000 x 700 x 980 mm (LxBxH)
- Durch die Konstruktion der Um- und Abpumpleitung ist eine gut durchmischte Probeentnahme jederzeit möglich.
- Die im beiliegenden Schema eingezeichneten Automatikventile können auch je nach Bedarf durch Handventile ersetzt werden.
- Die nach ähnlichem Muster gebaute Anlage in der REHA Klinik "Ob der Tauber" in Bad Mergentheim kann man nach Rücksprache besichtigen.
- Wenn eine Aufstellung des Behälters nicht in der Etage unterhalb der Toiletten möglich ist, kann man auch den Urin mittels Vakuumanlage absaugen.
- Schema: siehe nächste Seite



Anschluss von 2 Trenntoiletten an einen Urin-Sammelbehälter im Gravitationsverfahren.
 Der Fäkalanschluss der Trenntoilette wird an das vorhandene Abwasserrohr angeschlossen.
 Der mit Röntgenkontrastmittel kontaminierte Urin wird ohne Wasservermischung gespeichert und kann je nach Bedarf in einen Transportbehälter bzw. in den Kanal gepumpt werden.

Eine repräsentative Probeentnahme ist durch ein Umpumpen des Urins sehr komfortabel möglich.

Die Größe des Urin-Sammelbehälters (500 - 1.000 Liter) hängt von der Anzahl der Patienten und der Häufigkeit der Entleerung ab.

-  PUMPE
-  Niveaumessung
-  PROBEENTNAHMEEINHEIT
-  SPULVENTIL
-  SCHWIMMER
-  VENTIL FEDERKRAFT ÖFFNEND
-  VENTIL FEDERKRAFT SCHLIESSEND

Anhang 6: Zentrale Lösung – Aufkommen an Toilettengängern (Caritas)

Mit einem Personalaufkommen von maximal 10 Personen³ (Frühschicht: 7.30 Uhr – 16.00 Uhr: 4 medizinisch technische Assistentinnen, 4 Ärzte, 2 Sekretärinnen) und ca. 9 Patienten⁴ pro Stunde in der Röntgenabteilung sowie ca. 3 Patienten⁵ pro Stunde in der Funktionsdiagnostik ergibt sich ausgehend von den Untersuchungen im Verlauf einer Woche zunächst ein Wert von ca. 22 Personen in der Stunde.

Da die zu untersuchende Variante der separaten Sammlung einen Aufenthalt der RKM-Patienten von vier Stunden vorsieht, war das Aufkommen der betroffenen Patienten zu ermitteln. Hierzu wurden im Zeitraum vom 21.06.04 bis 25.06.04 Patientendaten in der Röntgenabteilung aufgenommen. Im Verlauf dieser Woche wurden insgesamt 243 Patienten röntgenographisch untersucht. Davon bekamen 19 Patienten Röntgenkontrastmittel appliziert. Ein Vergleich des Patientenaufkommens im Untersuchungszeitraum mit dem Durchschnittswert des Jahres 2003 zeigt, dass eine aussagekräftige Woche betrachtet wurde. Mit 19 RKM-Patienten liegt der Untersuchungszeitraum etwas über dem Durchschnitt von ca. 16 RKM-Patienten.

In den nachfolgenden Tabellen sind die quantitativen Zuordnungen der Röntgenpatienten und der RKM-Patienten zu den Wochentagen und Untersuchungszeiten angegeben.

Anzahl der Patienten mit Röntgenuntersuchungen

Untersuchungsbeginn	Anzahl der Patienten					max. Anzahl Pat. / Tag
	Mo	Di	Mi	Do	Fr	
0:00 - 1:00	1		1			1
1:00 - 2:00		1				1
2:00 - 3:00						0
3:00 - 4:00						0
4:00 - 5:00	1					1
5:00 - 6:00	1					1
6:00 - 7:00						0
7:00 - 8:00	2	2				2
8:00 - 9:00	6	9	8	5	5	9
9:00 - 10:00	9	5	6	4	8	9
10:00 - 11:00	9	5	6	5	4	9
11:00 - 12:00	5	5	3	4	3	5
12:00 - 13:00	5	3	1	5	2	5
13:00 - 14:00	8	5	7	5	5	8
14:00 - 15:00	4	3	2	2	4	4
15:00 - 16:00	4	2	2	1	3	4
16:00 - 17:00	2	1	4	3	2	4
17:00 - 18:00	1	2	1	2	1	2
18:00 - 19:00		1	1	3	1	3
19:00 - 20:00		2	1	1	2	2
20:00 - 21:00		2				2
21:00 - 22:00	2	4	3			4
22:00 - 23:00		1	1	1	1	1
23:00 - 24:00			1			1

Anzahl der Patienten mit RKM-Applizierung

Untersuchungsbeginn	Anzahl der Patienten					max. Anzahl Pat. / Tag
	Mo	Di	Mi	Do	Fr	
0:00 - 1:00						0
1:00 - 2:00						0
2:00 - 3:00						0
3:00 - 4:00						0
4:00 - 5:00						0
5:00 - 6:00						0
6:00 - 7:00						0
7:00 - 8:00						0
8:00 - 9:00						0
9:00 - 10:00		1	2		1	2
10:00 - 11:00	1	1	1		1	1
11:00 - 12:00	2	1	1	1	1	2
12:00 - 13:00		1		1		1
13:00 - 14:00	1					1
14:00 - 15:00			1			1
15:00 - 16:00						0
16:00 - 17:00						0
17:00 - 18:00						0
18:00 - 19:00						0
19:00 - 20:00						0
20:00 - 21:00						0
21:00 - 22:00						0
22:00 - 23:00						0
23:00 - 24:00						0

Verbleiben RKM-Patienten zur Urinerfassung 4 Stunden in der Radiologie, so ergibt sich ein Maximalaufkommen von 4-5 Patienten.

Das Aufkommen an Toilettengängern erhöht sich unter Berücksichtigung eines vierstündigen Aufenthaltes der RKM-Patienten in der Radiologie um ca. 5 Personen, so dass von einem **stündlichen Maximalaufkommen von ca. 27 Personen** ausgegangen werden kann.

In Anlehnung an die Arbeitsstättenverordnung DIN 18228 sind die sanitären Einrichtungen nahe des Hauptwartebereichs der CT-Abteilung als ausreichend zu betrachten.

³ Quelle: Gespräch Frau Chirilov, Radiologie, 19.07.2004

⁴ Quelle: Auswertung Patientenzahlen, Untersuchungszeitraum : 21.06.2004 bis 25.06.2004

⁵ Quelle: Gespräch Frau Woidke, Hygieneschwester, 17.08.2004

Anhang 7: Zentrale Lösung – Aufkommen an Toilettengängern (Charité)

Zur Abschätzung des Aufkommens an Toilettengängern werden im Folgenden die Patientenzahlen anhand der Studie im Untersuchungszeitraum vom 26.07.2004 bis 08.08.2004 ausgewertet. Zur Überprüfung der Repräsentativität werden die in diesem Zeitraum ermittelten Patientenzahlen zur den im Monat Februar 2004 festgestellten Angaben zu RKM-Patienten gegenübergestellt.

Aufstellung und Differenzierung der RKM-Patienten im Februar 2004

<i>Untersuchungszeitraum Februar 2004</i>		<i>02.02.-08.02.</i>	<i>09.02.-15.02.</i>	<i>16.02.-22.02.</i>	<i>23.02.-29.02.</i>	<i>Mittelwert</i>
Stationäre Patienten	Anz. der Patienten	47	71	63	65	62
Ambulante Patienten	Anz. der Patienten	30	28	28	38	31
Internistische Med.-Erste Hilfe/Chirurgie-Rettungsstelle	Anz. der Patienten	50	49	51	52	51
sonst. Polikliniken	Anz. der Patienten	65	60	46	36	52
Summe	Anz. der Patienten	192	208	188	191	

Es ergibt sich für den Februar 2004 ein durchschnittliches Wochenaufkommen von 62 RKM-Patienten aus dem stationären Bereich. Ein Vergleich des Patientenaufkommens im Untersuchungszeitraum (26.07.2004 bis 08.08.2004) mit dem Durchschnittswert im Februar 2004 zeigt, dass hinsichtlich der stationären Patienten eine aussagekräftige Woche betrachtet wurde. Mit durchschnittlich 71 RKM-Patienten liegt der Untersuchungszeitraum etwas über dem Durchschnitt.

Aufstellung und Differenzierung der RKM-Patienten im Zeitraum vom 26.07.2004 bis 08.08.2004

<i>Untersuchungszeitraum 26.07.2004 - 08.08.2004</i>		<i>26.07.-01.08.</i>	<i>02.08.-08.08.</i>	<i>Mittelwert</i>
Stationäre Patienten	Anz. der Patienten	70	72	71
Ambulante Patienten	Anz. der Patienten	21	21	21
Internistische Med.-Erste Hilfe/Chirurgie-Rettungsstelle	Anz. der Patienten	22	18	20
sonst. Polikliniken	Anz. der Patienten	32	24	28
Summe	Anz. der Patienten	145	135	140

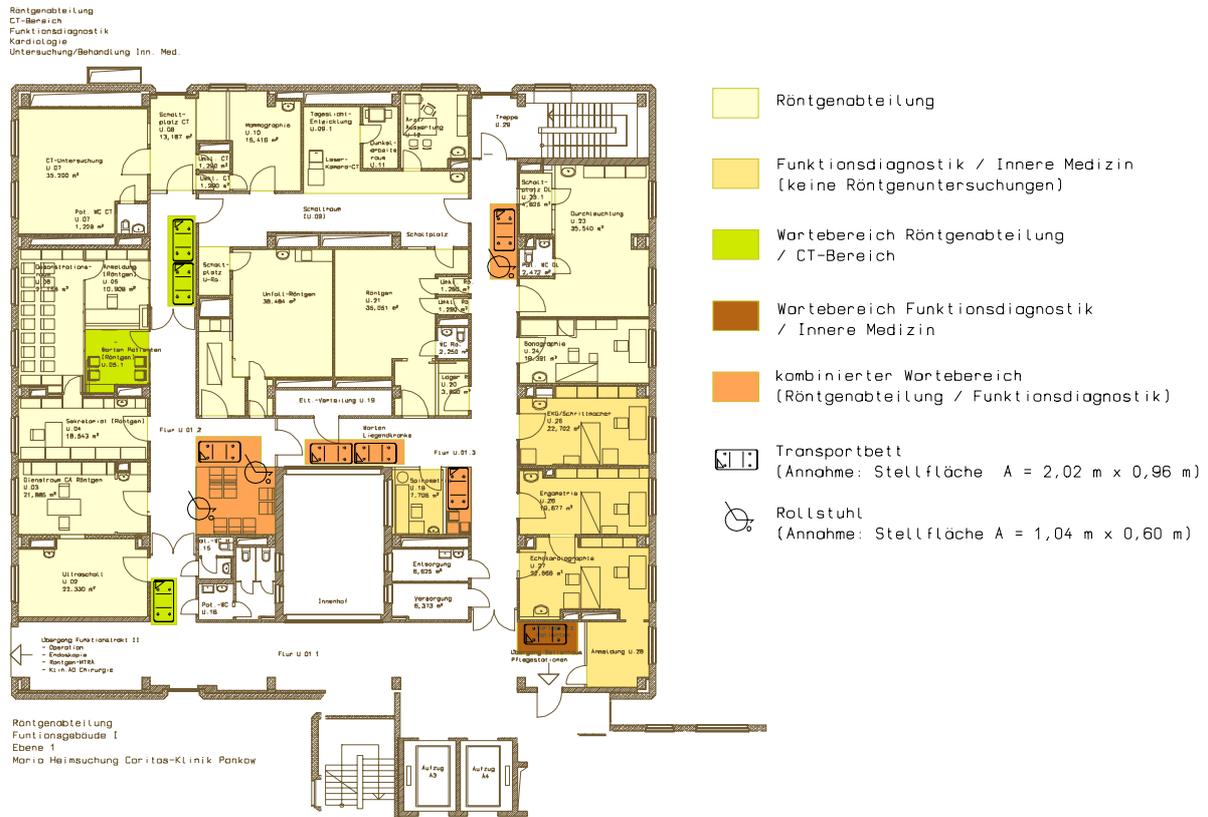
Zur Ermittlung des stündlichen Maximalaufkommens der Patienten im CT-Bereich wird im Folgenden das Patientenaufkommen (Patienten mit Untersuchungen an den Geräten CT 1 und CT 2 im Untersuchungszeitraum vom 26.07.2004 bis 08.08.2004) mit den Maximalwerten aus den Untersuchungswochen in entsprechende Zeitfenster eingeteilt. Die folgende Tabelle zeigt die zeitliche Verteilung der Patienten aus den Bereichen Chirurgie Rettungsstelle/Erste Hilfe, sonstige Polikliniken sowie aus dem ambulanten und stationären Bereich mit und ohne RKM-Applikation.

**Maximale Anzahl und zeitliche Verteilung der Patienten
im Untersuchungszeitraum**

Maximaleaufkommen im Untersuchungszeitraum 26.07.2004 bis 08.08.2004										
Uhrzeit	Anzahl Patienten mit RKM-Applikation				Anzahl Patienten ohne RKM-Applikation				Summe	Berücksichtigung 4h- Aufenthalt RKM- Patienten in Radiologie
	stationär	ambulant	Rettungs- stelle	sonstige Polikliniken	stationär	ambulant	Rettungs- stelle	sonstige Polikliniken		
0:00 - 1:00	0	0	1	0	1	0	1	0	2	2
1:00 - 2:00	0	0	1	0	1	0	1	0	2	2
2:00 - 3:00	0	0	1	0	0	0	1	0	2	2
3:00 - 4:00	0	0	1	0	1	0	1	0	2	2
4:00 - 5:00	0	0	1	0	0	0	1	0	2	2
5:00 - 6:00	1	0	1	0	1	0	0	0	2	2
6:00 - 7:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7:00 - 8:00	0	0	0	1	1	0	0	0	2	2
8:00 - 9:00	2	1	1	1	3	1	1	1	10	10
9:00 - 10:00	0	2	1	2	2	2	1	1	8	9
10:00 - 11:00	1	1	1	2	2	2	1	1	9	11
11:00 - 12:00	2	1	1	1	2	1	1	0	7	9
12:00 - 13:00	2	2	1	1	3	1	1	0	9	12
13:00 - 14:00	3	1	1	2	2	1	0	3	11	15
14:00 - 15:00	1	0	1	3	2	1	1	4	12	17
15:00 - 16:00	3	2	1	2	3	0	1	1	11	16
16:00 - 17:00	3	1	1	1	2	0	1	0	8	14
17:00 - 18:00	4	1	1	1	2	1	1	0	9	15
18:00 - 19:00	3	1	0	0	2	0	2	0	7	16
19:00 - 20:00	3	0	2	0	2	0	1	0	7	16
20:00 - 21:00	2	0	2	0	3	0	3	0	9	18
21:00 - 22:00	3	0	1	1	2	0	2	0	9	16
22:00 - 23:00	0	0	1	0	1	0	1	0	2	10
23:00 - 24:00	0	0	1	0	1	0	1	0	2	2

Anhang 8: Zentrale Lösung - Aufenthalts- und Wartebereiche (Caritas)

Welche Aufenthalts- und Wartebereiche durch die Röntgenabteilung allein, bzw. kombiniert mit der Funktionsdiagnostik genutzt werden, soll die nachfolgende Grafik veranschaulichen.



Aufenthalts- und Wartebereiche der Radiologie Maria Heimsuchung Caritas-Klinik Pankow

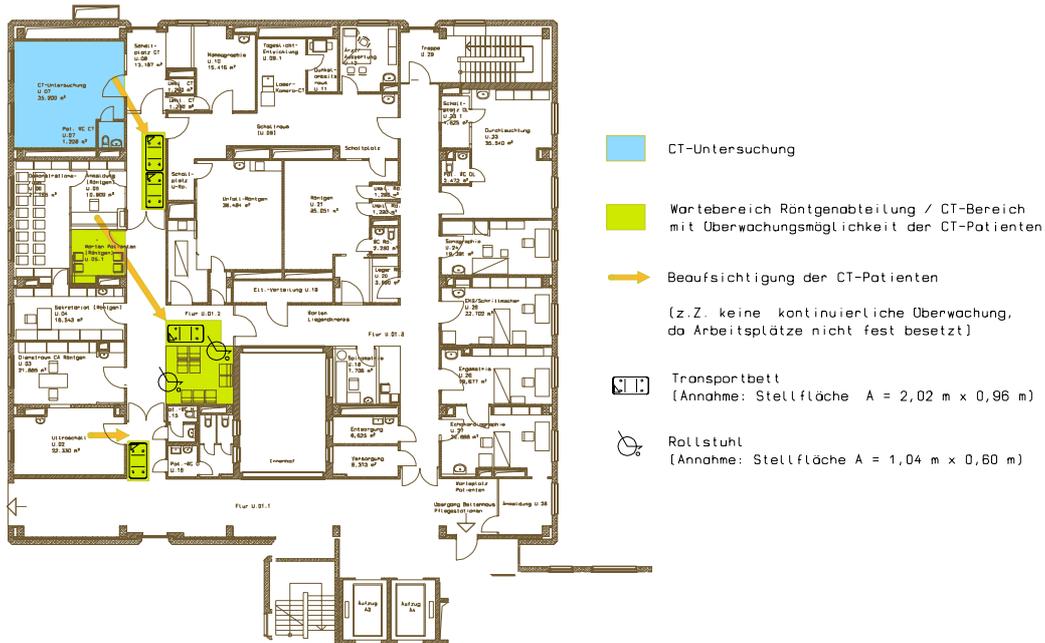
Anhand der markierten und zugewiesenen Wartebereiche können die vorhandenen Stellflächen für Transportmittel abgeschätzt werden. Hierzu wurden in den im Grundriss ausgewiesenen Flächen Transportbetten und Rollstühle in herkömmlichen Abmessungen eingezeichnet. Anhand dieser Darstellung kann eine *vorhandene Stellfläche* von

- ca. 8 Transportbetten
- 3-4 Rollstühlen
- 15 Sitzplätzen

im *gesamten Bereich der Radiologie* abgeschätzt werden.

Mit einer Verteilung der Patienten auf die Wartebereiche innerhalb der Radiologie ist eine kontinuierliche Überwachung insbesondere der CT-Patienten durch das CT-Personal nicht gegeben. Um eine Beaufsichtigung dieser Patienten durch das Personal zu ermöglichen, werden daher die Wartezonen im bzw. in Nähe des CT-Bereiches genutzt. Somit reduziert sich die **relevante Stellfläche** für CT-Patienten auf

- ca. 4 Transportbetten
- 2-3 Rollstühle
- 13 Sitzplätze.



Wartebereiche der CT-Patienten mit Überwachungsmöglichkeit

Für eine Gegenüberstellung der vorhandenen Warteflächen und dem erforderlichen Platzbedarf im Falle eines 4-stündigen Aufenthaltes der RKM-Patienten in der Radiologie werden im Folgenden die im Rahmen der Untersuchungswoche ermittelten Patientenzahlen angesetzt.

Gemäß folgender Tabelle ergibt sich ein Maximalaufkommen von 13-15 Patienten pro Stunde in der Röntgenabteilung im Zeitraum 8.00 Uhr bis 14.00 Uhr.

Maximale Anzahl der Patienten in der Röntgen-/Funktionsabteilung im Untersuchungszeitraum

Maria Heimsuchung - Caritas Klinik Pankow
 Untersuchungszeitraum: 21.06.04 - 25.06.04

max. Anzahl Patienten/Tag					
Uhrzeit	Pat. mit Röntgenuntersuchung mit/ohne RKM-Applikation	davon Patienten mit RKM-Applikation	Anz. Patienten mit/ohne RKM-Applikation unter Berücksichtigung eines 4h Aufenthaltes der RKM-Pat. in der Radiologie	Patienten der Funktionsabteilung	Annahme: Gesamtanzahl Pat. in der Röntgen-/Funktionsabteilung
0:00 - 1:00	1	0	1		1
1:00 - 2:00	1	0	1		1
2:00 - 3:00	0	0	0		0
3:00 - 4:00	0	0	0	(75 Patienten im Untersuchungszeitraum)	0
4:00 - 5:00	1	0	1		1
5:00 - 6:00	1	0	1		1
6:00 - 7:00	0	0	0		0
7:00 - 8:00	2	0	2		2
8:00 - 9:00	9	2	10		13
9:00 - 10:00	9	1	11		14
10:00 - 11:00	9	2	12		15
11:00 - 12:00	5	1	11	Hauptuntersuchungszeit: 8 Uhr bis 14 Uhr	14
12:00 - 13:00	5	1	10		13
13:00 - 14:00	8	1	12		15
14:00 - 15:00	4	0	4		4
15:00 - 16:00	4	0	4		4
16:00 - 17:00	4	0	4		4
17:00 - 18:00	2	0	2		2
18:00 - 19:00	3	0	1		1
19:00 - 20:00	2	0	2	Annahme: 3 Pat./h	2
20:00 - 21:00	2	0	2		2
21:00 - 22:00	4	0	4		4
22:00 - 23:00	1	0	1		1
23:00 - 24:00	1	0	1		1

Neben der zeitlichen Verteilung der Untersuchungen sind auch die Art des Transportes der Patienten sowie deren Aufenthaltsdauer im Wartebereich vor und nach der CT-Untersuchung für eine Abschätzung des Platzbedarfes von Bedeutung.

Zur Bewertung der Mobilität der Patienten und der damit verbundenen Ermittlung der benötigten Stellflächen in den Aufenthalts- und Wartebereichen wurde im Verlauf einer Woche, die Form des Transportes sowie der Aufenthalt der RKM-Patienten in der Radiologie untersucht. In der folgenden Tabelle ist die Transportform der RKM-Patienten dargestellt. Die Auswertungen ergeben folgende prozentuale Verteilung:

Transportbett: 52,6 %
 Rollstuhl: 31,6 %
 Zu Fuß: 15,8 %

Transport und Aufenthalt der RKM-Patienten in der Radiologie

Untersuchungsbeginn	Mobilität der Patienten				
	Mo	Di	Mi	Do	Fr
0:00 - 1:00					
1:00 - 2:00					
2:00 - 3:00					
3:00 - 4:00					
4:00 - 5:00					
5:00 - 6:00					
6:00 - 7:00					
7:00 - 8:00					
8:00 - 9:00		Rollstuhl	Bett, zu Fuss		Rollstuhl
9:00 - 10:00	Rollstuhl	zu Fuss	Bett		Rollstuhl
10:00 - 11:00	Rollstuhl, zu Fuss	Bett	Bett	Bett	Bett
11:00 - 12:00		Bett		Bett	
12:00 - 13:00	Rollstuhl				
13:00 - 14:00	Bett		Bett		
14:00 - 15:00					
15:00 - 16:00					
16:00 - 17:00					
17:00 - 18:00					
18:00 - 19:00					
19:00 - 20:00					
20:00 - 21:00					
21:00 - 22:00					
22:00 - 23:00					
23:00 - 24:00					

Für die übrigen stationären Patienten der Röntgenabteilung wurde der Grad der Mobilität wie folgt abgeschätzt¹:

Transportbett: 80 %
 Rollstuhl: 5 %
 Zu Fuß: 15 %

Unter Berücksichtigung der Mobilität der Patienten ergeben sich für die Röntgenabteilung als Maximalwerte im Zeitfenster von 8.00 bis 14.00 Uhr **erforderliche Stellflächen** für annähernd

- 8 Betten
- 3 Rollstühle
- 2-3 Sitzplätze

¹ Quelle: Gespräch Frau Chirilov, Radiologie, 19.07.2004

**Patientenaufkommen in der Röntgenabteilung
unter Berücksichtigung eines 4h-Aufenthaltes der RKM-Patienten**

Unter- suchungs- beginn	Patienten in der Röntgenabteilung			
	Anz. Patienten <i>mit/ohne</i> RKM- Applizierung	Rollstuhl	zu Fuß	Bett
		Anz Pat.	Anz Pat.	Anz Pat.
0:00 - 1:00	1	0,05	0,15	0,80
1:00 - 2:00	1	0,05	0,15	0,80
2:00 - 3:00	0	0,00	0,00	0,00
3:00 - 4:00	0	0,00	0,00	0,00
4:00 - 5:00	1	0,05	0,15	0,80
5:00 - 6:00	1	0,05	0,15	0,80
6:00 - 7:00	0	0,00	0,00	0,00
7:00 - 8:00	2	0,10	0,30	1,60
8:00 - 9:00	10	1,03	1,52	7,45
9:00 - 10:00	11	1,35	1,67	7,98
10:00 - 11:00	12	1,93	1,84	8,23
11:00 - 12:00	11	2,15	1,70	7,16
12:00 - 13:00	10	1,83	1,54	6,63
13:00 - 14:00	12	1,93	1,84	8,23
14:00 - 15:00	4	0,20	0,60	3,20
15:00 - 16:00	4	0,20	0,60	3,20
16:00 - 17:00	4	0,20	0,60	3,20
17:00 - 18:00	2	0,10	0,30	1,60
18:00 - 19:00	1	0,05	0,15	0,80
19:00 - 20:00	2	0,10	0,30	1,60
20:00 - 21:00	2	0,10	0,30	1,60
21:00 - 22:00	4	0,20	0,60	3,20
22:00 - 23:00	1	0,05	0,15	0,80
23:00 - 24:00	1	0,05	0,15	0,80

Anhang 9: Zentrale Lösung - Aufenthalts- und Wartebereiche (Charité)

Für den CT-Hauptwartebereich kann eine **vorhandene Stellfläche** von annähernd

- 8 Transportbetten
- 3 Rollstühlen
- 8 Sitzplätzen

abgeschätzt werden.

Zur Bewertung der Mobilität der Patienten und der damit verbundenen Ermittlung der benötigten Stellflächen in den Aufenthalts- und Wartebereichen wurde im Rahmen der Untersuchungswochen, die Form des Transportes sowie der Aufenthalt der Patienten in der Radiologie untersucht. Anzahl und Mobilitätsgrad der Patienten im Zeitraum vom 26.07.2004 bis 08.08.2004 sind in der folgenden Tabelle aufgeführt.

Anzahl und Mobilitätsgrad der Patienten

		Anzahl Patienten mit RKM-Applikation				Anzahl Patienten ohne RKM-Applikation			
		stationär	ambulant	Rettungs- stelle	sonstige Polikliniken	stationär	ambulant	Rettungs- stelle	sonstige Polikliniken
		280				276			
		142	42	40	56	135	31	63	47
Mobilität:	Transportbett	44%		100%		44%		100%	
	Rollstuhl:	11%				11%			
	zu Fuß:	44%	100 % (i.d.R.)		100%	44%	100 % (i.d.R.)		100%

Unter Berücksichtigung des Mobilitätsgrades der Patienten ergeben sich für die entsprechenden Zeitfenster – unter Annahme eines 4-stündigen Aufenthaltes der RKM-Patienten in der Radiologie – **erforderliche Stellflächen** für bis zu

- 10 Transportbetten
- 2 Rollstühle
- 11 Sitzplätze

Patientenaufkommen in der Röntgenabteilung unter Berücksichtigung eines 4h-Aufenthaltes der RKM-Patienten

Uhrzeit	Anzahl Patienten mit/ohne RKM-Applikation			
	Gesamt	Bett	Rollst	Fuß
0:00 - 1:00	2	1,7	0,1	0,2
1:00 - 2:00	2	1,7	0,1	0,2
2:00 - 3:00	2	2,0	0,0	0,0
3:00 - 4:00	2	1,2	0,1	0,2
4:00 - 5:00	2	1,5	0,0	0,0
5:00 - 6:00	2	1,4	0,2	0,9
6:00 - 7:00	0	0,0	0,0	0,0
7:00 - 8:00	2	0,5	0,1	0,9
8:00 - 9:00	10	3,5	0,5	6,0
9:00 - 10:00	9	2,4	0,3	6,3
10:00 - 11:00	11	3,0	0,5	7,0
11:00 - 12:00	9	4,0	0,6	4,4
12:00 - 13:00	12	4,9	0,7	5,9
13:00 - 14:00	15	4,1	0,9	9,5
14:00 - 15:00	17	5,1	0,9	11,0
15:00 - 16:00	16	6,5	1,1	8,4
16:00 - 17:00	14	6,5	1,2	6,3
17:00 - 18:00	15	6,4	1,3	7,3
18:00 - 19:00	16	7,6	1,5	6,4
19:00 - 20:00	16	8,6	1,5	5,9
20:00 - 21:00	18	10,1	1,5	5,9
21:00 - 22:00	16	8,4	1,3	6,3
22:00 - 23:00	10	5,1	0,9	3,5
23:00 - 24:00	2	1,7	0,1	0,2

Anhang 10: Organisatorische Änderungen - Zeitaufwand für das zentrale Erfassungskonzept in der Charité

Schritt	Prozessänderung	Ort	Verantwortl.	Zeitaufwand je Prozess-treiber in Minuten	Anzahl Prozess-treiber / Woche	Zeitauf-wand in Minuten pro Woche	Beschreibung	Bemerkung
V.1.1	Prüfung des allgem/med. Zustands des Patienten (4h-Aufenthalt in der Radiologie zumutbar?) Überprüfung des Therapieplans des stationären Patienten Ausfüllen der ergänzten* Untersuchungsanforderung	Station	Stationsarzt	2	71	142	Die Entscheidungsfindung, ob Patient 4h in der Radiologie verbleiben kann, wird vom Stationsarzt im Rahmen der Visite übernommen. Das Ergebnis der Entscheidung wird als Ergänzung im Anforderungsschein (Untersuchungsanforderung) dokumentiert. (s.Anlage)	Therapiepläne werden schriftlich erstellt und sind häufig sehr kurzfristig geplant (Terminvergabe für stationäre Patienten meist auf Abruf)
V.1.2	Information des Patienten über Verfahren der getrennten Urinsammlung	Station	Stationsarzt	5	71	355	Die Information des Patienten über getrennte Erfassung erfolgt durch den Stationsarzt während der Visite vor der CT-Untersuchung (Infoblatt)	
V.1.3	Vorbereitung der medizinischen Versorgung in der Radiologie	Station	Stationsschwester	2	46	92,3	Erforderliche Medikamente zur medizinischen Versorgung der Patienten in der Radiologie werden von den Stationen beigelegt. Dosis sowie Besonderheiten bei der Verabreichung können der Patientendokumentation (Standard-Formblätter "Patientenkurve") entnommen werden.	nahezu alle Patienten bekommen Medikamente verabreicht für ca. 60-70 % der RKM-Patienten ist aus med. Sicht ein Aufenthalt für 4h in der Radiologie möglich Tabletten werden i.d.R. morgens für den gesamten Tag zusammengestellt, Infusionen werden zum Zeitpunkt der Verabreichung hergestellt
V.1.4	Übergabe Patient CT-Personal/Betreuungskraft nach der CT-Untersuchung	Radiologie	CT-Personal/ Betreuungskraft	2	46	92	Nach der CT-Untersuchung wird der stationäre RKM-Patient sowie Patientendokumentation (Akte in schriftlicher Form) + Medikamente vom CT-Personal an die Betreuungskraft übergeben.	Abschätzung (Herr Beck; 27.01.05) für ca. 60-70 % der RKM-Patienten ist aus med. Sicht ein Aufenthalt für 4h in der Radiologie möglich
V.1.5	Dokumentation (Eingangszeit Patient/Rücktransport)	Radiologie	Betreuungskraft	1	46	46	Die Betreuungskraft notiert schriftlich die Eingangszeit des Patienten und legt die Zeit des Rücktransports des Patienten in die Station fest.	
V.1.6	Unterbringung Patient im Aufenthaltsbereich	Radiologie	Betreuungskraft	5	46	230,75	Der Patient wird von der Betreuungskraft zum Aufenthaltsraum gebracht.	Betreuungszeitraum: Mo-Fr; 7.30 Uhr bis 22:30 Uhr Wartebereiche: CT-Hauptwartebereich, Wartebereich der Angiografie (ab 16.00 Uhr); Distanzen zwischen Wartebereichen ca. 150 m, Bei gleichzeitiger Nutzung beider Wartebereiche sind aus Sicherheitsgründen 2 Betreuungskräfte erforderlich

Anhang 11: Organisatorische Änderungen - Zeitaufwand für das dezentrale Erfassungskonzept 1 in der Caritas-Klinik

Schritt	Prozessänderung	Ort	Verantwortl.	Zeitaufwand je Prozess-treiber	Anzahl Prozess-treiber / Woche	Zeitaufwand pro Woche	Beschreibung	Bemerkung
V.2.1	Information des Patienten über Verfahren der getrennten Urinsammlung	Station	Stationsarzt	5	10	50	Die Information des Patienten über getrennte Erfassung erfolgt durch den Stationsarzt während der Visite vor der CT-Untersuchung (Infoblatt).	<u>Infoblatt:</u> Inhalt, Zweck, Ziel des Verfahrens
V.2.2	Schriftliche Mitteilung über RKM-Verabreichung	Radiologie	Radiologie	3	10	30	Schriftliche Mitteilung über RKM-Anwendung und Untersuchungszeit wird dem Patienten zur Information der Station mitgegeben.	<u>farbiger Laufzettel:</u> RKM-Patient ja/nein RKM-Menge Untersuchungszeit ggf. Flüssigkeitsbilanz
V.2.3	Dokumentation Rückkehr des Patienten in Station (Eingangszeit Patient)	Station	Stations-schwester	2	10	20	Farbiger Laufzettel wird am Patientenbett befestigt.	Information: RKM-Patient ja/nein Erfassungszeitraum
V.2.4	Schichtdokumentation	Station	Stations-schwester	0	10	0	Information bei Schichtwechsel kann farbigem Laufzettel am Patientenbett entnommen werden.	Information: RKM-Patient ja/nein Erfassungszeitraum
V.2.5	Überprüfung der Ausscheidungsform	Station	Stations-schwester	1	10	10	In Pflegedokumentation des Patienten befinden sich Angaben über Ausscheidungsform des Patienten (3 Kriterien: Toilette (mit/ohne Hilfestellung), Uringfäß/Steckbecken, Katheder).	
V.2.6	Getränkeversorgung	Station	Stations-schwester				Es wird dem Patienten empfohlen, mehr zu trinken.	Getränkervorrat auf Stationen vorhanden
V.2.7	ggf. Unterstützung des Patienten bei Toilettengang	Station	Stations-schwester	10	16	160	ggf. Unterstützung des Patienten bei Toilettengang	<u>Annahme:</u> Mobilitätsquote 40 % 50 % der Patienten benötigen Unterstützung bei Toilettengang ca. 8 Toilettengänge pro Patient und Tag
V.2.8	Entleerung von Uringefäßen in Trenntoiletten (bei RKM-Patienten, die die Trenntoilette nicht benutzen können) und Reinigung	Station	Stations-schwester	2	48	96	Zur Erhöhung des Erfassungsgrades können Ausscheidungen der RKM-Patienten, die ohnehin mit Uringefässen/Bettpfannen versorgt werden, in Trenntoiletten entsorgt werden.	<u>Annahme:</u> 60 % der RKM-Patienten verwenden ausschliesslich Uringefässe zusätzlicher Wegeaufwand Stationsbad/unreiner Arbeitsraum
V.2.9	Entleerung der Sammelbehälter zum Wirtschaftshof in einer Sammeltour	Station	Reinigungs-/Transportdienst	5	1	5	Abholung der vollen Entsorgungsbehälter im Tausch gegen Leere. Transport der Behälter zu einem Übergabepunkt zur externen Entsorgung.	zusätzlicher Aufwand im Rahmen einer bestehenden Entsorgungstour. Annahmen: 2 Lieferstellen, alle 2 Woche
				Pflegeaufwand pro Woche				
				Radiologie		30 min		
				Station		336 min		
				Entsorgung		5,0 min		

Anhang 12: Organisatorische Änderungen - Zeitaufwand für das dezentrale Erfassungskonzept 1 in der Charité

Schritt	Prozessänderung	Ort	Verantwortl.	Zeitaufwand je Prozess-treiber	Anzahl Prozesstrei-ber/Woche	Zeitaufwand pro Woche	Beschreibung	Bemerkung
V.2.1	Information des Patienten über Verfahren der getrennten Urinsammlung	Station	Stationsarzt	5	30,5	152,5	Die Information des Patienten über getrennte Erfassung erfolgt durch den Stationsarzt während der Visite vor der CT-Untersuchung (Infoblatt).	<u>Infoblatt:</u> Inhalt, Zweck, Ziel des Verfahrens
V.2.2	Schriftliche Mitteilung über RKM-Verabreichung und Untersuchungszeit	Radiologie	Radiologie	2	30,5	61	Schriftliche Mitteilung (farbiger Laufzettel) über RKM-Anwendung und Untersuchungszeit wird dem Patienten zur Information der Station mitgegeben.	<u>farbiger Laufzettel:</u> RKM-Patient ja/nein RKM-Menge Untersuchungszeit
V.2.3	Dokumentation Rückkehr des Patienten in Station (Eingangszeit Patient)	Station	Stationsschwester	1	30,5	30,5	Eintrag in Pflegebericht (schriftl. Form): - RKM-Patient ja/nein - Untersuchungszeit des Patienten - Definition des Erfassungszeitraums (24h)	
V.2.4	Schichtdokumentation	Station	Stationsschwester	1	30,5	30,5	Bei Schichtwechsel werden Pflegeberichte inkl. Informationen (RKM-Patient, Eingang in die Station, Ende der Erfassungszeit) der Patienten "übergeben"	
V.2.5	Überprüfung der Ausscheidungsform	Station	Stationsschwester	1	30,5	30,5	In Pflegedokumentation des Patienten: Angaben über Ausscheidungsform des Patienten (3 Kriterien: Toilette (mit/ohne Hilfestellung), Uringfäß/Steckbecken, Katheder)	
V.2.6	Getränkeversorgung	Station	Stationsschwester				Es wird dem Patienten empfohlen, viel zu trinken.	Getränkevorrat auf Stationen vorhanden
V.2.7	ggf. Unterstützung des Patienten bei Toilettengang	Station	Stationsschwester	10	81,3	813	Die Stationsschwester unterstützt ggf. Patient bei Toilettengang.	<u>Annahme:</u> ca. 2/3 der Patienten können WC aufsuchen 50 % der Patienten benötigen Unterstützung bei Toilettengang
V.2.8	Entleerung von Uringefäßen in Trenntoiletten (bei RKM-Patienten, die die Trenntoilette nicht benutzen können)	Station	Stationsschwester	2	81,3	162,7	Zur Erhöhung des Erfassungsgrades können Ausscheidungen der RKM-Patienten, die ohnehin mit Uringefässen/Bettpfannen versorgt werden, in Trenntoiletten entsorgt werden.	<u>Annahme:</u> ca. 1/3 der RKM-Patienten verwenden ausschließlich Uringefäße zusätzlicher Wegeaufwand für Entleerung in Trenntoilette + Reinigung Stationsbad/unreiner Arbeitsraum
V.2.9	Entleerung der Sammelbehälter zum Wirtschaftshof in einer Sammeltour	Station	Reinigungs-/Transportdienst	5	3	15	Abholung der vollen Entsorgungsbehälter im Tausch gegen Leere. Transport der Behälter zu einem Übergabepunkt zur externen Entsorgung.	zusätzlicher Aufwand im Rahmen einer bestehenden Entsorgungstour. Annahmen: 6 Lieferstellen, alle 2 Woche
				Pflegeaufwand pro Woche				
				Radiologie		61 min		
				Station		1220 min		
				Entsorgung		15,0 min		

Anhang 13: Organisatorische Änderungen - Zeitaufwand für das dezentrale Erfassungskonzept 2 in der Caritas-Klinik

Schritt	Prozessänderung	Ort	Verantw.	Zeitaufwand je Prozess-treiber	Anzahl Prozess-treiber / Woche	Zeitaufwand pro Woche	Beschreibung	Bemerkung
V.3.1	Information des Patienten über Verfahren der getrennten Urinsammlung	Station	Stationsarzt	5	10	50	Die Information des Patienten über getrennte Erfassung erfolgt durch den Stationsarzt während der Visite vor der CT-Untersuchung (Infoblatt).	<u>Infoblatt:</u> Inhalt, Zweck, Ziel des Verfahrens
V.3.2	Schriftliche Mitteilung über RKM-Verbreichung	Radiologie	Radiologie	3	10	30	Schriftliche Mitteilung über RKM-Anwendung und Untersuchungszeit wird dem Patienten zur Information der Station mitgegeben.	<u>farbiger Laufzettel:</u> RKM-Patient ja/nein RKM-Menge Untersuchungszeit ggf. Flüssigkeitsbilanz
V.3.3	Dokumentation Rückkehr des Patienten in Station (Eingangszeit Patient)	Station	Stations-schwester	2	10	20	Farbiger Laufzettel wird am Patientenbett befestigt.	<u>Information:</u> RKM-Patient ja/nein Definition Erfassungszeit
V.3.4	Schichtdokumentation	Station	Stations-schwester	0	10	0	Information bei Schichtwechsel kann farbigem Laufzettel am Patientenbett entnommen werden.	<u>Information:</u> RKM-Patient ja/nein Definition Erfassungszeit
V.3.5	Getränkeversorgung	Station	Stations-schwester				Es wird dem Patienten empfohlen, mehr zu trinken.	Getränkevorrat auf Stationen vorhanden
V.3.6	Verteilung markierter Gefäße an RKM-Patienten	Station	Stations-schwester	1,5	4	6	Verteilung markierter Gefäße an RKM-Patienten	Sammelurinegefäße für mobile RKM-Patienten
V.3.7	Entleerung und Reinigung der Erfassungsgefäße	Station	Stations-schwester	2	4	8	Entleerung und Reinigung der Erfassungsgefäße	<u>Annahme:</u> 60 % der RKM-Patienten verwenden ausschliesslich Uringefässe zusätzlicher Wegeaufwand Stationsbad/unreiner Arbeitsraum; Sammelbehältnis in Naßzelle erspart Wegeaufwand
V.3.8	Entleerung der Sammelbehälter zum Wirtschaftshof in einer Sammel-tour	Station	Reinigungs-/Transportdiens-t	5	6,0	30,0	Abholung der vollen Entsorgungsbehälter im Tausch gegen Leere. Transport der Behälter zu einem Übergabepunkt zur externen Entsorgung.	zusätzlicher Aufwand im Rahmen einer bestehenden Entsorgungstour. Annahmen: 6 Lieferstellen, 3 x pro Woche
				Pflegeaufwand pro Woche				
							30 min	
							84 min	
							30,0 min	

Anhang 15: Kostenberechnung

jährliche Kosten Variante 1

Zentrale Lösung in der Radiologie

Charité	Menge	Einheit	Preis pro Einheit	Gesamtpreis	Summe
1. Investitionskosten					288 €
Trenntoilette	1	Stück	188 €	188 €	
Arbeitsplatz Betreuungskraft	1	Stück	100 €	100 €	
2. Personalkosten					39.732 €
Arzt (Aufklärung)	296	Std./Jahr	39,00 €	11.538 €	
Betreuungskraft	1025	Std./Jahr	27,50 €	28.194 €	
3. Sachkosten					663 €
Wartung der Sanitäranlage	10%	der Investitionskosten		29 €	
externe Entsorgung (Sonderabfallverbrennung)	1,15	t/a	550	635 €	
4. Erlöse					86 €
Wassereinsparung (3L/Spülung)	18	m ³ Wasser/Jahr	4,67 €	86 €	
Summe					40.106 €

Caritas

Lösung ausgeschlossen

(keine Wartebereiche realisierbar)

jährliche Kosten Variante 2

Dezentrale Lösung auf der Station mit Trenntoilette

Charité	Menge	Einheit	Preis pro Einheit	Gesamtpreis	Summe
1. Investitionskosten					1.125 €
Trenntoilette	6	Stück	188 €	1.125 €	
2. Personalkosten					34.611 €
Arzt (Aufklärung)	127	Std./Jahr	39,00 €	4.956 €	
Pflegepersonal	1068	Std./Jahr	27,50 €	29.368 €	
Reinigungs- Transportpersonal	13	Std./Jahr	23,00 €	288 €	
3. Sachkosten					951 €
Wartung der Sanitäranlage	10%	der Investitionskosten		113 €	
externe Entsorgung (Sonderabfallverbrennung)	1,5	t/a	550	839 €	
4. Erlöse					114 €
Wassereinsparung	24,4	m ³ Wasser/Jahr	4,67 €	114 €	
Summe					36.802 €
Durchschnittliche Summe pro Station (6 Schwerpunktstationen)					6.134 €

Caritas

	Menge	Einheit	Preis pro Einheit	Gesamtpreis	Summe
1. Investitionskosten					375 €
Trenntoilette	2	Stück	188 €	375 €	
2. Personalkosten					11.254 €
Arzt (Aufklärung)	42	Std./Jahr	39,00 €	1.625 €	
Pflegepersonal	347	Std./Jahr	27,50 €	9.533 €	
Reinigungs- Transportpersonal	4	Std./Jahr	23,00 €	96 €	
3. Sachkosten					203 €
Wartung der Sanitäranlage	10%	der Investitionskosten		38 €	
externe Entsorgung (Sonderabfallverbrennung)	0,30	t/a	550	165 €	
4. Erlöse					22 €
Wassereinsparung	4,8	m ³ Wasser/Jahr	4,67 €	22 €	
Summe					11.854 €
Durchschnittliche Summe pro Station (2 Schwerpunktstationen)					5.927 €

jährliche Kosten Variante 2

Dezentrale Lösung auf der Station mit Urinbehälter

Charité	Menge	Einheit	Preis pro Einheit	Gesamtpreis	Summe
1. Investitionskosten				0 €	0 €
2. Personalkosten					11.104 €
Arzt (Aufklärung)	127	Std./Jahr	39,00 €	4.956 €	
Pflegepersonal	161	Std./Jahr	27,50 €	4.423 €	
Reinigungs- Transportpersonal	75	Std./Jahr	23,00 €	1.725 €	
3. Sachkosten					1.787 €
Urinflaschen	10	Stück	30 €	300 €	
externe Entsorgung (Sonderabfallverbrennung)	2,3	t/a	650	1.487 €	
4. Erlöse				0 €	0 €
Summe					12.891 €
Durchschnittliche Summe pro Station (6 Schwerpunktstationen)					2.149 €

Caritas

	Menge	Einheit	Preis pro Einheit	Gesamtpreis	Summe
1. Investitionskosten				0 €	0 €
2. Personalkosten					3.667 €
Arzt (Aufklärung)	42	Std./Jahr	39,00 €	1.625 €	
Pflegepersonal	53	Std./Jahr	27,50 €	1.467 €	
Reinigungs- Transportpersonal	25	Std./Jahr	23,00 €	575 €	
3. Sachkosten					729 €
Urinflaschen	10	Stück	30 €	300 €	
externe Entsorgung (Sonderabfallverbrennung)	0,66	t/a	650	429 €	
4. Erlöse				0 €	0 €
Summe					4.396 €
Durchschnittliche Summe pro Station (2 Schwerpunktstationen)					2.198 €

Rahmendaten

Urinvolumen

Urinvolumen pro Patient in 24h (Durchschnitt)	1,5 L	(Maximal: 2L)	
Toilettengänge in 24h (Durchschnitt)	8 mal		
Urinvolumen pro Patient pro Toilettengang	0,19 L		
Toilettengänge in den 4 ersten Stunden	Durchschnitt	Charité	Caritas
	4	3,4	5 mal
Urinvolumen in 4h pro Patient	0,75	0,64	0,94 L

Trenntoilette

Typ: Schwerkrafttoilette No-Mix-Toilette der Firma Roediger
keine Urinverdünnung

Spülwasser: 6 L

Sanitärösungen

Art	Dauer der Massnahme
Variante 1: zentral (Trenntoilette in der Radiologie)	4h nach der Untersuchung
Variante 2: dezentral (Trenntoilette auf der Station)	24h
Variante 3: dezentral (Urinflaschen auf der Station)	24h

Umsetzung

Haus	Variante	Anzahl zu entsorgende Bereiche	Patienten pro Woche*	Urinvolumen (L/Woche)
Charité	1	1 Radiologie	71	53,25
	2	6 Stat 51,52,48,59,61,19	30,5	45,75
	3	6	30,5	45,75
Caritas	1	1 <i>Radiologie</i>	19	14,25
	2	2 Stat 4+6	10	15
	3	2 Stat 4+6	10	15

HINWEIS: die zentrale Lösung im CARITAS-Klinik ist ausgeschlossen, keine Warteräume realisierbar

* Anzahl im repräsentativen Untersuchungszeitraum, in dem die Verteilung der stationären Patienten untersucht wurde

Zeitaufwand für die Betreuung*

zentrale Lösung

Betreuungszeit (Radiologie - Betreuungskraft)

Aufklärungszeit (Stationsarzt)

Betreuungszeit (Stationsschwester)

Gesamtzeit Station

dezentrale Lösung 1

Betreuungszeit (Radiologie - Pflegekraft)

Aufklärungszeit (Stationsarzt)

Betreuungszeit (Stationsschwester)

Gesamtzeit Station

interne Entsorgungstransporte

dezentrale Lösung 2

Betreuungszeit (Radiologie - Pflegekraft)

Aufklärungszeit (Stationsarzt)

Betreuungszeit (Stationsschwester)

Gesamtzeit Station

interne Entsorgungstransporte

	Charité	Caritas
		Lösung ausgeschlossen
Betreuungszeit (Radiologie - Betreuungskraft)	1138 min/Woche	
Aufklärungszeit (Stationsarzt)	5 min/Patient 355 min/Woche	
Betreuungszeit (Stationsschwester)	92,3 min/Woche	
Gesamtzeit Station	447,3 min/Woche	
Betreuungszeit (Radiologie - Pflegekraft)	2 min/Patient 61 min/Woche	3 min/Patient 30 min/Woche
Aufklärungszeit (Stationsarzt)	5 min/Patient 152,5 min/Woche	5 min/Patient 50 min/Woche
Betreuungszeit (Stationsschwester)	1220,5 min/Woche	386 min/Woche
Gesamtzeit Station	1373 min/Woche	436 min/Woche
interne Entsorgungstransporte	15 min/Woche	5 min/Woche
Betreuungszeit (Radiologie - Pflegekraft)	2 min/Patient 61 min/Woche	3 min/Patient 30 min/Woche
Aufklärungszeit (Stationsarzt)	5 min/Patient 152,5 min/Woche	5 min/Patient 50 min/Woche
Betreuungszeit (Stationsschwester)	132 min/Woche	34 min/Woche
Gesamtzeit Station	284,5 min/Woche	84 min/Woche
interne Entsorgungstransporte	90 min/Woche	30 min/Woche

* siehe AP 1.6 Organisatorische Änderungen für detaillierte Prozessänderungen und Zeitaufwand

Arbeitstage einer Pflegekraft pro Jahr

200 Tage (260 - 30 Urlaub - 20 Krankheit - 10 Feiertage)
1600 Std/Jahr

Teilnahmequote

	CHARITE	CARITAS
Zentrale Lösung		
Verbleib 4h aus medizinischer Sicht möglich	65%	
Mobilität: Anteil Patienten, die die Toilette benutzen	67%	
Anteil Patienten, die Unterstützung brauchen	50%	
Akzeptanz Patienten	100%	
Teilnahme Zentrale Lösung	43%	
Dezentrale Lösung 1		
Mobilität: Anteil Patienten, die die Toilette benutzen	67%	40%
Anteil Patienten, die Unterstützung brauchen	50%	50%
Akzeptanz Patienten	100%	100%
Teilnahme Dezentrale Lösung 1	67%	40%
Dezentrale Lösung 2		
Akzeptanz Patienten	100%	88%
Teilnahme Dezentrale Lösung 2	100%	88%

Annahme Caritas (Fr. Kreuzburg, Gespräch 12.1.2005)
nicht-mobilen Patienten 100% nehmen teil
mobilen 70% nehmen teil

Jodausscheidung

mg Iod/mL RKM	300		
mL RKM/Untersuchung	150	45 g Iod/Anwendung	
in den 4h nach der Untersuchung (zentrale L.)	0,75 L Urin	75% Jod ausgeschieden	45 g Iod/L Urin
in den 24h nach der Untersuchung (dezentrale L.)	1,5 L Urin	98% Jod ausgeschieden	29,4 g Iod/L Urin

Urin wird unverdünnt gesammelt.

Applizierte Jodmenge

	Radiologie	Krankenhaus	Radiologie	Krankenhaus
CHARITE	5554,6	16978,1 g Iod/Woche	289	883 kg Iod/Jahr
CARITAS	627,9	784,9 g Iod/Woche	33	41 kg Iod/Jahr

Anhang 16: Verweilzeitverlängerung

Die laufenden Kosten im deutschen Gesundheitswesen werden größtenteils durch die gesetzlichen Krankenkassen finanziert. Hinsichtlich der Vergütung von Leistungen der Krankenhäuser befindet sich das deutsche Gesundheitssystem seit Jahren in einem Umstrukturierungsprozess.

Zukünftig wird die Verrechnung von Leistungen auf Basis des so genannten "DRG-Systems" (Diagnosis Related Groups) erfolgen. Dieses Vergütungssystem wird in den Jahren 2004 bis 2007 schrittweise in den deutschen Krankenhäusern eingeführt. Das DRG-System hat zum Ziel, die Leistungsverrechnung auf der Basis medizinökonomischer Bewertungen von Krankenhausleistungen nach einem definierten Punktekatalog durchzuführen. Dabei wird angestrebt, dass in Zukunft für die gleiche medizinische Leistung in allen Krankenhäusern grundsätzlich das gleiche Entgelt bezahlt wird. Die Einheitlichkeit soll auf Ebene der Bundesländer bis einschließlich 2007 erreicht werden.

Bis dieser Zustand erreicht ist, erfolgt die Finanzierung der Krankenhäuser weiter wie bisher auf der Basis verhandelter Budgets. Die Auszahlung des Budgets wird jedoch bereits über das DRG-System geführt. Dabei erhalten die verschiedenen Krankenhäuser in der Übergangszeit für ein und den selben Fall entsprechend dem verhandelten Budget und der bei Budgetplanung angenommenen Anzahl an behandelten Fällen unterschiedlich viel Geld.

Der hausspezifische Erlös der für einen Fall mit dem durchschnittlichen Schweregrad 1 gezahlt wird, wird als Basisfallwert bezeichnet. Der Basisfallwert gibt damit den Geldwert wieder, den ein Krankenhaus tatsächlich für die Behandlung eines "durchschnittlichen Falles" erhält. Der Basisfallwert lag nach eine Untersuchung des DKI im Bundesdurchschnitt für 2003 bei 2.630 € bei einer durchschnittlichen Fallschwere (Casmix-Index) von 0,96 [Quelle: Krankenhaus Barometer - Umfrage 2003, Deutsches Krankenhausinstitut e.V.; 2003].

Gegenüber dem Bundesdurchschnitt haben die Partnerhäuser 2004 einen Basisfallwert von 3.496,89 € (Charité - Campus Virchow Klinikum) bzw. 2.802,45 € (Caritas-Klinik) erhalten. [Quelle: AOK-Bundesverband; http://www.krankenhaus-aok.de/m02/m02_05/]

Für die Beurteilung des wirtschaftlichen Risikos durch eine Verweilzeitverlängerung ist die Kosten bzw. Erlösstruktur pro Tag relevant. Die Erlöse sind daher über die durchschnittliche Verweildauer auf einen durchschnittlichen Erlös pro Tag umzurechnen. Hierfür stehen ebenfalls aus der Umfrage des DKI Zahlen aus dem Jahr 2002 zur Verfügung. Unter Berücksichtigung aller stationären Fälle und aller Erlöse wird für 2002 ein durchschnittlicher Erlös von 2.958 € pro Fall angegeben. Bei einer durchschnittlichen Verweildauer von 8,8 Tagen ergibt sich ein Erlös von 335 € pro Pflage tag.

Unter der Annahme, dass die tägliche Behandlung und Therapie aktiv vor allem zwischen 06:00 und 22:00 Uhr, also in einem Zeitraum von 16 h erfolgt, kann davon ausgegangen werden, dass 4 Stunden der aktiven Behandlungszeit einem Erlös von 83,75 € entsprechen. Wird die Verweilzeit des Patienten durch die getrennte Erfassung von Urin um 4 Stunden verlängert, kann für diesen Zeitraum die Behandlung eines zusätzlichen Patienten mit entsprechenden Erlösen nicht erfolgen, so dass mit einem wirtschaftlichen Verlust von 83,75 € zu rechnen ist. Der tatsächlich behandelte Fall wird nach DRG zum selben Satz vergütet wie ohne eine Urinerfassung.

Neben dem entgangenen Erlös treten trotzdem Kosten für die "Bewirtung" des Patienten im Krankenhaus auf, wenn seine Behandlung für 4 Stunden verzögert wird. Zur Kostenabschätzung für diese Bewirtung kann der Basispflegesatz herangezogen werden. Er ist das Entgelt zur Finanzierung aller nichtmedizinischen Leistungen wie Betrieb und Verwaltung des Krankenhauses, Gebäudebewirtschaftung, Wäscherei, Reinigungsdienste, Verpflegung, ect. Für das Jahr 2001 betrug der durchschnittliche Basispflegesatz in Deutschland 72,10 € [Statistisches Taschenbuch Gesundheit 2002, Bundesministerium für Gesundheit, 2002]. Bezieht man auch diese Kosten auf eine aktive Behandlungszeit von 16 Stunden, kann bei einer Verweilzeitverlängerung von 4 Stunden von zusätzlichen Kosten in Höhe von 18,03 € ausgegangen werden.

Unter Berücksichtigung von entgangenen Erlösen und entstehenden Kosten kann für eine Verweilzeitverlängerung von 4 Stunden ein wirtschaftlicher Verlust von ca. 100 € pro Fall angenommen werden.

Anhang 17: Nutzwertanalyse (Workshop 1.11.2004)

Bewertungsparameter und Gewichtungspunkte

Integration in vorhandene Sanitärtechnik	5.0	} Räumlichkeiten und Personal 20 Punkte
Integration in vorhandene Aufenthalts- und Wartebereiche	10.0	
Zusätzlicher Betreuungsaufwand für RKM-Patienten	5.0	} Behandlung 40 Punkte
Integration in medizinischen Behandlungsablauf der Radiologie	10.0	
Integration in medizinischen Behandlungsablauf der Station	10.0	
Qualität der Patientenbehandlung (subjectives Gefühl) / Akzeptanz	20.0	} Umwelt 40 Punkte
Erfassungsmenge	20.0	
Erfassungsgrad (KH)	20.0	

Integration in vorhandene Sanitärtechnik

- vorhandene Sanitäreinrichtungen/ räumliche Voraussetzungen
- Anpassungsmöglichkeiten vorhandener Sanitärtechnik an Sanitärlösung
- Personenaufkommen
- örtliche Lage

Punkte	Bewertung	
4	Sehr gut	Umsetzung ohne Umbau der Sanitärtechnik
3	Gut	vorh. Sanitäreinr. ausreichend/räuml. Voraussetzungen gegeben, Umbau d. Sanitärtechnik erforderl.
2	Mittel	vorh. Sanitäreinr. ausreichend/räuml. Voraussetzungen gegeben, aber großer Wegeaufwand für Patienten, Umbau d. Sanitärtechnik erforderl.
1	Schlecht	vorh. Sanitäreinr. nicht ausreichend/räuml. Voraussetzungen nicht gegeben, umfangreicher Umbau d. Sanitärtechnik erforderl.
0	Sehr schlecht	vorh. Sanitäreinr. nicht vorhanden/räuml. Voraussetzungen nicht gegeben, Umbau d. Sanitärtechnik nicht durchführbar

Integration in vorhandene Aufenthalts- und Wartebereiche

- vorhandene Warteflächen
- benötigte Warteflächen
- Personenaufkommen
- Transportmodus

Punkte	Bewertung	
4	Sehr gut	vorh. Aufenthalts-u. Wartebereiche ausreichend
3	Gut	vorh. Aufenthalts-u. Wartebereiche nach Umbaumaßnahmen ausreichend
2	Mittel	vorh. Aufenthalts-u. Wartebereiche nach umfangreichen Umbaumaßnahmen ausreichend
1	Schlecht	vorh. Aufenthalts-u. Wartebereiche nicht ausreichend, keine zusammenhängenden Stellflächen
0	Sehr schlecht	vorh. Aufenthalts-u. Wartebereiche nicht ausreichend, Umbaumaßnahmen nicht durchführbar

Zusätzlicher Betreuungsaufwand für Patienten

- zusätzlicher Betreuungsaufwand nach der Untersuchung aufgrund der neuen Sanitärösung
- Aufklärung
- Unterstützung der Patienten beim Toilettengang
- Dokumentation

Punkte	Bewertung	
4	Sehr gut	Kein zusätzlicher Aufwand
3	Gut	Aufwand < 20 min/Tag.Station
2	Mittel	20 min/Tag.Stat. ≤ Aufwand < 40 min/Tag.Stat
1	Schlecht	40 min/Tag.Stat. ≤ Aufwand < 60 min/Tag.Stat
0	Sehr schlecht	60 min/Tag.Station ≤ Aufwand

Integration in den medizinischen und pflegerischen Behandlungsablauf der Radiologie

- Verzögerungen im Untersuchungsablauf der Radiologie
- Störungen und Organisationsänderungen für das Radiologie-Personal
- Hypothese: zusätzliche Betreuungskraft eingestellt

Punkte	Bewertung	
4	Sehr gut	Keine Veränderung im Behandlungsablauf
3	Gut	Wenige Veränderungen im Behandlungsablauf
2	Mittel	Deutliche Veränderungen im Behandlungsablauf
1	Schlecht	Erhebliche Verhinderung des Behandlungsablaufs
0	Sehr schlecht	Totale Verhinderung des Behandlungsablaufs

▪ **Integration in den medizinischen und pflegerischen Behandlungsablauf der Station**

- Hindernisse der Weiterbehandlung der Patienten in der Station
- Ablauf des Therapie- und Pflegeplans in der Station
- Organisationsaufwand in der Station aufgrund der Verweilzeitverlängerung
- Hypothese: zusätzliche Betreuungskraft eingestellt

Punkte	Bewertung	
4	Sehr gut	Keine Veränderung im Behandlungsablauf
3	Gut	Wenige Veränderungen im Behandlungsablauf
2	Mittel	Deutliche Veränderungen im Behandlungsablauf
1	Schlecht	Erhebliche Verhinderung des Behandlungsablaufs
0	Sehr schlecht	Totale Verhinderung des Behandlungsablaufs

▪ **Qualität der Patientenbehandlung (subjektives Gefühl), Akzeptanz**

- dieser Parameter spiegelt die Gefühle des Patienten (bzgl. Wartezeit, Benutzung einer anderen Toilette oder Urinbehälter, umweltfreundliche Maßnahme...) wieder, die zwischen 4 (sehr gut) und 0 (sehr schlecht) bewertet werden.

▪ **Erfassungsmenge**

- erfassbare Iodmenge x in [g Iod pro Woche]

Punkte	Bewertung	
4	Sehr gut	$x > 1600 \text{ g}$
3	Gut	$1200 \text{ g} < x \leq 1600 \text{ g}$
2	Mittel	$800 \text{ g} < x \leq 1200 \text{ g}$
1	Schlecht	$400 \text{ g} < x \leq 800 \text{ g}$
0	Sehr schlecht	$0 \text{ g} < x \leq 400 \text{ g}$

▪ **Erfassungsgrad**

- erfassbare Iodmenge [%] der gesamten applizierten Iodmenge im Krankenhaus

Punkte	Bewertung	
4	Sehr gut	$80 \% < x \leq 100 \%$
3	Gut	$60 \% < x \leq 80 \%$
2	Mittel	$40 \% < x \leq 60 \%$
1	Schlecht	$20 \% < x \leq 40 \%$
0	Sehr schlecht	$0 \% < x \leq 20 \%$

Zentrale Lösung

Maria Heimsuchung Caritas-Klinik Pankow

Integration in vorhandene Sanitärtechnik: 3. Vorhandene Sanitärtechnik ausreichend, Umbau mit Trenntoilette notwendig

Integration in vorhandene Aufenthalts- und Wartebereiche: 0. Vorhandene Wartebereiche nicht ausreichend, Umbau unrealisierbar

Zusätzlicher Betreuungsaufwand für RKM-Patienten: 0. Betreuungskraft ganztags

Integration in den medizinischen Behandlungsablauf der Radiologie: 4. Keine Änderungen in der Radiologie (Hypothese: zusätzliche Betreuungskraft eingestellt)

Integration in den medizinischen Behandlungsablauf der Station: 2. Sehr unterschiedlich, je nach dem ob der Patient eine andere Untersuchung hat oder in der Station liegen muss

Qualität der Patientenbehandlung (subjektives Gefühl) / Akzeptanz: 1. Viele Patienten möchten lieber zurück auf die Station als 4h in einem Wartebereich zu bleiben.

Erfassungsmenge: 0. Iodmenge 293.3 g/Woche, unter 400 g

Erfassungsgrad (KH): 1. Annahme: die applizierte Menge in Radiologie (647,9 g/Woche) ist ca. 80% der gesamten applizierten Menge im Krankenhaus. Applizierte Menge im Krankenhaus wäre also ca. 810 g/Woche. Erfassungsgrad in der Radiologie wäre 45,3%, im Krankenhaus 36,2%

Summe: 115 Punkte

Charité – Campus Virchow-Klinikum

Integration in vorhandene Sanitärtechnik: 3. Vorhandene Sanitärtechnik ausreichend, Umbau mit Trenntoilette notwendig

Integration in vorhandene Aufenthalts- und Wartebereiche: 1. Vorhandene Wartebereiche im CT-Bereich nicht ausreichend, evtl. Angiographie-Bereich verfügbar, aber nicht zusammenhängend.

Zusätzlicher Betreuungsaufwand für RKM-Patienten: 0. Betreuungskraft ganztags

Integration in den medizinischen Behandlungsablauf der Radiologie: 4. Keine Änderungen in der Radiologie (Hypothese: zusätzliche Betreuungskraft eingestellt)

Integration in den medizinischen Behandlungsablauf der Station: 2. Sehr unterschiedlich, je nach dem ob der Patient eine andere Untersuchung hat oder auf der Station liegen muss.

Qualität der Patientenbehandlung (subjektives Gefühl) / Akzeptanz: 1. Viele Patienten möchten lieber zurück auf die Station als 4h in einem Wartebereich zu bleiben.

Erfassungsmenge: 4. Iodmenge:1.778 g/Woche

Erfassungsgrad (KH): 0. 10,5% der applizierten Menge im Krankenhaus (32% der Menge in der Radiologie) > In der Radiologie werden nur ca. 1/3 der gesamten Menge verabreicht. Die Studie wurde auf CT1+2 begrenzt. Andere Bereiche (Angiographie, Herz-Katheder, ...) könnten auch in Frage kommen und somit den Erfassungsgrad steigern. Der Aufwand würde jedoch erhöht werden, z.B. gehört die Herzangiographie nicht zur Radiologie.

Summe: 185 Punkte

Dezentrale Lösung 1

Maria Heimsuchung Caritas-Klinik Pankow

Integration in vorhandene Sanitärtechnik: 3. Vorhandene Sanitärtechnik ausreichend, Umbau mit Trenntoilette notwendig, im Behinderten-WC oder eventuell im Bad (geringe Wege, da mittig auf dem Flur der Station gelegen)

Integration in vorhandene Aufenthalts- und Wartebereiche: 4. Keine Wartebereiche erforderlich

Zusätzlicher Betreuungsaufwand für RKM-Patienten: 1. 4 Anwendungen/Patient/Tag * 2 Pat/Tag * 10 min Weg = ca. 80 min/Tag, + Aufklärung. In 24 h sind 8 Toilettengänge realistisch (= 160 min/Tag + Aufklärung)

Integration in den medizinischen Behandlungsablauf der Radiologie: 4. Keine Änderungen in der Radiologie (außer Identifizierung als „RKM-Patient“)

Integration in den medizinischen Behandlungsablauf der Station: 3. Wenige Veränderungen im Behandlungsablauf auf der Station

Qualität der Patientenbehandlung (subjektives Gefühl) / Akzeptanz: 3. Wenige Nachteile für den Patienten (außer dem Weg), umweltfreundliche Maßnahme.

Erfassungsmenge: 0. Annahme: Umsetzung in Stationen 6 + 4, Mobilität 2/3: 92 g/Woche < 400 g

Erfassungsgrad (KH): 0. Annahme: die applizierte Menge in Radiologie (647,9 g/Woche) ist ca. 80% der gesamten applizierten Menge im Krankenhaus. Applizierte Menge im Krankenhaus wäre also ca. 810 g/Woche. Erfassungsgrad in der Radiologie wäre 14,2%, im Krankenhaus 11,4%

Summe: 190 Punkte

Charité – Campus Virchow-Klinikum

Integration in vorhandene Sanitärtechnik: 3. Vorhandene Sanitärtechnik ausreichend, Umbau mit Trenntoilette notwendig, eventuell im Bad

Integration in vorhandene Aufenthalts- und Wartebereiche: 4. Keine Wartebereiche erforderlich

Zusätzlicher Betreuungsaufwand für RKM-Patienten: 0. Ca. 1h/Station, 6 bis 12h für die 6 Schwerpunktstationen + Aufklärung (sie muss nicht zwingend vom Arzt erfolgen, würde jedoch die Akzeptanz erhöhen)

Integration in den medizinischen Behandlungsablauf der Radiologie: 4. Keine Änderungen in der Radiologie (außer Identifizierung als „RKM-Patient“)

Integration in den medizinischen Behandlungsablauf der Station: 3. Wenige Veränderungen im Behandlungsablauf auf der Station

Qualität der Patientenbehandlung (subjektives Gefühl) / Akzeptanz: 3. Wenige Nachteile für den Patient (außer dem Weg), umweltfreundliche Maßnahme.

Erfassungsmenge: 1. Annahme: Umsetzung in den 6 Schwerpunktstationen. 604 g < 800 g

Erfassungsgrad (KH): 0. 3,6 % der applizierten Menge im Krankenhaus (10,9 % der Menge in der Radiologie).

Summe: 205 Punkte

Dezentrale Lösung 2

Maria Heimsuchung Caritas-Klinik Pankow

Integration in vorhandene Sanitärtechnik: 3,5. Einzige Änderung: separater RKM-Urin-Abfluss, Tankeinbau

Integration in vorhandene Aufenthalts- und Wartebereiche: 4. Keine Wartebereiche erforderlich

Zusätzlicher Betreuungsaufwand für RKM-Patienten: 1. Ca. 1h30/Pat. Aufklärung: Schätzung Ärztin 30 min zu hoch, ca. 20 min. 30-45 min/Pat. (Schätzung der Ärztin K. Firlej (Caritas-Klinik) am 11.08.2004 für ein Aufklärungsgespräch mit einem Patienten, der die Untersuchung noch nicht kennt -> Aufwand ist zu hoch abgeschätzt, es sind ca. 20 min nötig)

Integration in den medizinischen Behandlungsablauf der Radiologie: 4. Keine Änderungen in der Radiologie (außer Identifizierung als „RKM-Patient“)

Integration in den medizinischen Behandlungsablauf der Station: 3. Wenige Veränderungen im Behandlungsablauf auf der Station

Qualität der Patientenbehandlung (subjektives Gefühl) / Akzeptanz: 2,5. Wenige Nachteile für den Patienten (außer Benutzung der Behälter), umweltfreundliche Maßnahme. Schätzung der Akzeptanz: verschiedene Meinungen. 50% zu wenig, 90% maximal, 2/3 vielleicht repräsentativ, sollte untersucht werden (Arbeitspaket Akzeptanz).

Erfassungsmenge: 0. Annahme: Umsetzung in Stationen 6+4, Akzeptanz 90%. Erfassungsmenge: 352 g/Woche

Erfassungsgrad (KH): 2. 43,5% der applizierten Menge im KH (54,3% der applizierten Menge in Radiologie)

Summe: 222,5 Punkte

Charité – Campus Virchow-Klinikum

Integration in vorhandene Sanitärtechnik: 3,5. Einzige Änderung: separater RKM-Urin-Abfluss, Tankeinbau

Integration in vorhandene Aufenthalts- und Wartebereiche: 4. Keine Wartebereiche erforderlich

Zusätzlicher Betreuungsaufwand für RKM-Patienten: 0. Wie erste dezentrale Lösung

Integration in den medizinischen Behandlungsablauf der Radiologie: 4. Keine Änderungen in der Radiologie (außer Identifizierung als „RKM-Patient“)

Integration in den medizinischen Behandlungsablauf der Station: 3. Wenige Veränderungen im Behandlungsablauf auf der Station

Qualität der Patientenbehandlung (subjektives Gefühl) / Akzeptanz: 3. Wenige Nachteile für den Patient (außer Benutzung der Behälter), umweltfreundliche Maßnahme. Schätzung der Akzeptanz: s. Charité.

Erfassungsmenge: 2. Annahme: Umsetzung in den 6 Schwerpunktstationen, Akzeptanz 90%. 905,4 g/Woche

Erfassungsgrad (KH): 0. 5,3% der applizierten Menge im KH (16,3% der applizierten Menge in Radiologie)

Summe: 227,5 Punkte

Ergebnisse

Maria Heimsuchung Caritas-Klinik Pankow

Variantenvergleich 0 Punkte = sehr schlecht 1 Punkte = schlecht 2 Punkte = mittel 3 Punkte = gut 4 Punkte = sehr gut		Variante 1		Variante 2		Variante 3	
		Zentrale Lösung 1		dezentrale Lösung 1		dezentrale Lösung 2	
Bewertungskriterien	Gewichtung	BZ	gew. BZ	BZ	gew. BZ	BZ	gew. BZ
Integration in vorhandene Sanitärtechnik	5,0	3	15,00	3	15,00	3,5	17,50
Integration in vorhandene Aufenthalts- und Wartebereiche	10,0	0	0,00	4	40,00	4	40,00
Zusätzlicher Betreuungsaufwand für RKM-Patienten	5,0	0	0,00	1	5,00	1	5,00
Integration in den medizinischen Behandlungsablauf der Radiologie	10,0	4	40,00	4	40,00	4	40,00
Integration in den medizinischen Behandlungsablauf der Station	10,0	2	20,00	3	30,00	3	30,00
Qualität der Patientenbehandlung (subjectives Gefühl) / Akzeptanz	20,0	1	20,00	3	60,00	2,5	50,00
Erfassungsmenge	20,0	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Erfassungsgrad (KH)	20,0	1	20,00	0	0,00	2	40,00
Summe der gewichteten Bewertungsziffern		115,00		190,00		222,50	
Plazierung der Varianten		3		2		1	

Charité – Campus Virchow-Klinikum

Variantenvergleich 0 Punkte = sehr schlecht 1 Punkte = schlecht 2 Punkte = mittel 3 Punkte = gut 4 Punkte = sehr gut		Variante 1		Variante 2		Variante 3	
		Zentrale Lösung 1		dezentrale Lösung 1		dezentrale Lösung 2	
Bewertungskriterien	Gewichtung	BZ	gew. BZ	BZ	gew. BZ	BZ	gew. BZ
Integration in vorhandene Sanitärtechnik	5,0	3	15,00	3	15,00	3,5	17,50
Integration in vorhandene Aufenthalts- und Wartebereiche	10,0	1	10,00	4	40,00	4	40,00
Zusätzlicher Betreuungsaufwand für RKM-Patienten	5,0	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Integration in den medizinischen Behandlungsablauf der Radiologie	10,0	4	40,00	4	40,00	4	40,00
Integration in den medizinischen Behandlungsablauf der Station	10,0	2	20,00	3	30,00	3	30,00
Qualität der Patientenbehandlung (subjectives Gefühl) / Akzeptanz	20,0	1	20,00	3	60,00	3	60,00
Erfassungsmenge	20,0	4	80,00	1	20,00	2	40,00
Erfassungsgrad (KH)	20,0	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Summe der gewichteten Bewertungsziffern		185,00		205,00		227,50	
Plazierung der Varianten		3		2		1	

Anhang 18: Akzeptanzuntersuchung

1. Leitfaden für die Interviews

1. Welche Variante(n) würden Sie empfehlen?
2. Welche Variante(n) betrachten Sie als nicht realisierbar?
3. Aus welchen Gründen?
4. Würden Sie eine Testphase für die beste Variante empfehlen?
5. Können Sie sich vorstellen,
 - diese Sanitärklärung langfristig umzusetzen?
 - die Maßnahme in weiteren stationären Bereichen zu erweitern?
6. Welche Hindernisse identifizieren Sie
 - In Zusammenhang mit Ihrem Fachbereich
 - Allgemein
7. Welche Verbesserungsvorschläge hätten Sie?
8. Wie relevant finden Sie die getrennte Erfassung der RKM an der Quelle (im Krankenhaus) zur Entlastung des Abwassers, unter den vorliegenden Bedingungen (vor allem Erfassungsgrad und Kosten)?
9. Haben Sie weitere Bemerkungen/Fragen?

2. Planung der Interviews

	Charité-CVK	Caritas-Klinik
Medizinische Fachbereiche		
Leitung der Röntgentechnischen Assistenten	Frau Ortman**	Frau Chirilov * (11.8+ 1.11.04, 12.1.05)
Pflegedienstleitung der betroffenen Stationen	Frau Markgraf (Stat. 61) * (19.10.04, 17.1.05)	Frau Creuzburg (Stat. 6) * (12.1.05)
Stationsärzte der betroffenen Stationen	Herr Dr. Beck (Stat. 61) (schriftlich – März 05)	Herr Dr. Becker (Stat. 6) * (12.1.05)
Ärztliche/r Leiter/in der Röntgenabteilung	Prof. Felix ggf. Gespräch ltd. OA Prof. Ricke **	Frau Dr. Kadow **
Technische Fachbereiche		
Verantwortliche/r für Haustechnik	Herr Gehde (14.12.04, schrift. Mrz 05)	Herr Döhring (15.2.05)
Beauftragte/r für Arbeitssicherheit	Herr Ihlow und Herr Dünnbier (4.3.05)	-
Verantwortliche/r für Hygiene	Frau Wettstein und Frau Hill (22.2.05)	Frau Woidke (25.2.05)
Beauftragte/r für Umweltschutz und Abfall	Frau Voigt (17.3.05)	Frau Hellnig (25.2.05)
Krankenhausleitung		
Pflegedienstleitung des Krankenhauses	Frau Hepe (10.3.05)	Frau Jarczok (2.3.05)
Ärztliche Leitung des Krankenhauses	Prof. Frei (7.4.05)	Herr Dr. Karger (2.3.05)
Verwaltungsleitung	Prof. Ganten – Termin offen	Frau Elstner (2.3.05)

* Erforderliche Informationen bereits durch vorherige Gespräche gewonnen > kein Interview

**Zentrale Sammlung vor den Interviews als ungünstig eingestuft > kein Interview

Anhang 19: Akzeptanz der Patienten - Befragung

Ergebnisse der Patientenbefragung in der Charité-CVK, November-Dezember 2004

43 Patienten der Klinik für Strahlenheilkunde (50% Frauen, 50% Männer) wurden befragt.

Zentrale Lösung

- **Wartezeit** für die zentrale Lösung: 37% können sich keine Wartezeit vorstellen, 40% maximal 1 Stunde, 23% maximal 2 Stunden, keiner kann sich 3 oder 4 Stunden vorstellen.
- **Einrichtung des Wartebereiches**: 79% der Patienten möchten Zeitschriften, 58% möchten Essensversorgung. 21% haben andere Wünsche, vor allem Fernsehen und Getränke, oder adäquates Mobiliar, Ruheraum, Musik.
- **Benutzung einer Trenntoilette** in der Röntgenabteilung: die Patienten sind zu 42% einverstanden, 42% bräuchten aber Erklärungen vorher. 16% würden sie nicht benutzen.

Dezentrale Lösung mit Trenntoiletten

- **Benutzung der Trenntoilette** in einem anderen Raum auf der Station: 63% sind einverstanden, 37% können oder möchten nur die Toilette in ihrem Zimmer benutzen.

Dezentrale Lösung mit Urinbehältern

- Benutzung von Urinflaschen oder Steckbecken: ca. die Hälfte der Patienten wäre einverstanden, die andere Hälfte der Patienten würde es als sehr unangenehm empfinden.

Einordnung der 3 Varianten

- Die dezentrale Lösung 1 mit Trenntoilette auf der Station wird deutlich als beste Lösung ausgewählt (51% der Patienten haben es als beste Lösung ausgewählt und nur 5% als schlimmste Lösung).
- Als mittlere Lösung haben die Patienten die zentrale Lösung mit Trenntoilette in der Röntgenabteilung ausgewählt
- Die schlimmste Lösung ist die dezentrale Lösung 2 mit Urinflaschen auf der Station

Umweltrelevanz

- 74% finden die Reduzierung des Eintrags von Pharmaka in die Umwelt wichtig, davon würden 58% gerne teilnehmen und 16% würden nicht gern teilnehmen (Gründe: Aufwand, Wartezeit, unangenehm, Gesundheitszustand, Hygiene)

Anhang 20: Literaturreferenzen

[ATV_M_775_2001] Merkblatt ATV-DVWK-M 775: „Abwasser aus Krankenhäusern und anderen medizinischen Einrichtungen“, Februar 2001

[BfArM_2000] Bundesärztekammer, Arzneimittelkommission der deutschen Ärzteschaft: „BfArM ordnet Widerruf von ionischen Röntgenkontrastmitteln (Amidotrizoesäure, Iotalaminsäure) zur intravasalen Anwendung an“, Deutsches Ärzteblatt, Jg. 97, Heft 33, 18. August 2000

[Fachwörterbuch_1984] „Fachwörterbuch der Medizin“, Manfred Pawlak Verlagsgesellschaft mbH, Herrsching, 1984

[Fitzke_B_2000] Fitzke, Bernd; Sprehe, Matthias; Geißen, Sven-Uwe; Vogelpohl, Alfons: „Wertstoffrückgewinnung durch Photooxidation iodierter Röntgenkontrastmittel“, IN: Abwässer der pharmazeutischen Industrie und Krankenhäuser, Hrsg.: GVC - VDI, Preprints: Colloquium Produktionsintegrierte Wasser-/ Abwassertechnik, IVU Institut für Umwelttechnik Universität Bremen, Sep. 2000

[Gartiser_S_1996] Gartiser, Stefan; Brinker, Ludger: „Abwasserbelastende Stoffe und Abwassersituation in Kliniken“, UBA-Texte 74/95, Herausgeber: Umweltbundesamt, Berlin 1996, Forschungsbericht 102 06 514

[Gartiser_S_1999] Gartiser, Stefan: „Röntgenkontrastmittel, AOX und ökotoxikologische Parameter im Krankenhausabwasser“, IN: Flöser, Veit: Krankenhausabwasser – Beschaffenheit – Behandlung – Maßnahmen zur Reduzierung von Schadstoffen – Hygienische Aspekte, Kontakt und Studium, Band 593, Expert Verlag 1999, S. 78-96

[Hundesrügge_T_2000] Hundesrügge, Thomas: „Arzneimittel in der Umwelt: Weg des Röntgenkontrastmittels Iopentol“, IN: ATV-Fachgespräch ‚Krankenhausabwasser‘, Vortragsmanuskripte der Tagung am 17.-18. September 1998 in München; Herausgeber: Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, Materialien Nr. 88, März (2000), (Nachdruck aus Krankenhauspharmazie 1998, 19: S. 245-248)

[Imeron®] Bracco ALTANA Pharma: „Gebrauchs- und Fachinformation Imeron (Wirkstoff Iomeprol)“, 2003

[Jekel_M_1996] Jekel, M.; Oleksy-Frenzel, J. und Wischnack, S.: „Organische Chlor-, Brom- und Iodverbindungen (AOCl, AOBr, AOI) in kommunalen Berliner Abwässern“, Abschlußbericht im Auftrag der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz Berlin, März 1996

[Jekel_M_1998] Jekel, Martin; Wischnack, Sabine: „Herkunft und Verhalten iodorganischer Verbindungen im Wasserkreislauf“, Schriftenreihe Wasserforschung Bd. 6: Chemische Stressfaktoren in aquatischen Systemen, Hrsg. von B. Weigert, Chr. Steinbeck und Rainer Brüggemann, Berlin; Wasserforschung e.V. 1998, (www.wasserforschung-berlin.de; Publikationen -> Schriftenreihe Wasserforschung Bd. 6)

[Jekel_M_2000] Jekel, M. und Wischnack, S.: "Untersuchungen zu iodierten organischen Stoffen im Tegeler See und im Wasserwerk Tegel", Abschlußbericht im Auftrag der Berliner Wasser Betriebe, Februar 2000

[Mutschler_E_1996] Mutschler, Ernst: „Arzneimittelwirkungen Lehrbuch der Pharmakologie und Toxikologie“, 7. Auflage, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart, 1996

[Olesky-Frenzel_1995] Oleksy-Frenzel, Jolanta; Wischnack, Sabine; Jekel, Martin: „Bestimmung der organischen Gruppenparameter AOCl, AOBr und AOI in Kommunalabwasser“, Vom Wasser, 85, (1995), S. 59-67

[Pschyrembel_2002] „Pschyrembel Klinisches Wörterbuch“, 259. Auflage, Walter de Gruyter Berlin New York 2002

[Reisch_2003] Reisch, Mathias; Knorr, Andre; Großmann, Dietlinde; Köser, Heinz: „Zur Iodrückgewinnung aus Krankenhausabwässern“, GWF Wasser Abwasser 144 (2003) Nr.5, S 359-364

[Rote-Liste_2004] Rote Liste 2004: „Arzneimittelverzeichnis für Deutschland (einschließlich EU-Zulassungen und bestimmter Medizinprodukte)“, Hrsg.: Rote Liste Service GmbH, Editio Cantor Verlag für Medizin und Naturwissenschaften GmbH, Aulendorf, 2004

[Schröder_H_1999] Schröder, Holger; Osterhorn, Sven; Flöser, Veit: „AOX im Krankenhausabwasser eine Studie zu Herkunft, Menge und Substitution“, Gwf Wasser Abwasser 140 (1999) Nr. 1, S. 20-26

[Schuster_2005] Schuster, Petra: „Möglichkeiten der getrennten Erfassung von Arzneimitteln in Krankenhäusern zur Entlastung des Abwassers, am Beispiel der iodorganischen Röntgenkontrastmittel und der Zytostatika“, Diplomarbeit, TU-Berlin, Technischer Umweltschutz, Februar 2005

[SCST] Sanitation Concept for Separate Treatment, www.kompetenzwasser.de/Sanitation_Concept_for_Separate_Tre.22.0.html?&L=0

[Speck_U_1991] - Speck, Ulrich (Hrsg.): „Röntgenkontrastmittel - Übersicht, Anwendung und pharmazeutische Aspekte“, 3. Auflage, Springer-Verlag, 1991

[Sprehe_M_2000] Sprehe, Matthias; Geißen, Sven-Uwe: „Verfahrensauswahl zur AOX-Elimination im Krankenhausabwasserbereich“, IN: Halogenorganische Verbindungen, Herausgeber: ATV-DVWK Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., ATV-DVWK-Schriftenreihe, Bd. 18, Hennef, September 2000, S. 257-268

[Sprehe_M_1999] Sprehe, Matthias; Geißen, Sven-Uwe; Vogelpohl, Alfons: „Untersuchungen zur Behandlung von AOX-belastetem Krankenhausabwasser“, IN: Verfahrenstechnik der Abwasser- und Schlammbehandlung: Additive und prozessintegrierte Maßnahmen, Abwasserkongress 1999, Hrsg.: GVC – VDI, Preprints Band 3 (1999)

[Sprehe_M_1999a] Sprehe, Matthias; Geißen, Sven-Uwe; Vogelpohl, Alfons: „Behandlung von AOX-haltigem Abwasser aus dem Krankenhausbereich“, IN: Korrespondenz Abwasser 1999 (46) Nr.4, S. 548-558

[Statistisches Bundesamt 2004] Gesundheitswesen Fachserie 12 Reihe 6.3, Grunddaten der Krankenhäuser und Vorsorge- oder Rehabilitationseinrichtungen, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden 2004

[Steger-Hartmann_T_2000] Steger-Hartmann, Thomas; Länge, R., (Experimentelle Toxikologie, Schering): „Iodierte Röntgenkontrastmittel in der Umwelt“, IN: ATV-Fachgespräch ‚Krankenhausabwasser‘, Vortragsmanuskripte der Tagung am 17.-18. September 1998 in München, Herausgeber: Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, Materialien Nr. 88, März 2000

[Steger-Hartmann_T_2002] Steger-Hartmann, Thomas; Länge, Reinhard; Schweinfurt, Hermann; Tschampel, Matthias; Rehmann, Irmgard: „Investigations into the environmental fate and effects of iopromide (ultravist), a widely used iodinated X-ray contrast media“, Water Research 36 (2002) S. 266-274

[Trunziger_B_2001] Truniger, B.; Bringer, V.: „Störungen des Wasserhaushaltes“, Schweiz Med Forum Nr. 31 1. August 2001, S. 779-783

[Ultravist®] Schering: „Fachinformation“, 8. Auflage, Juli 2003

[Vorhabensbeschreibung RKM] internes Projektdokument vom 17.03.2004

[VwVwS_1999] „Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Wasserhaushaltsgesetz über die Einstufung wassergefährdender Stoffe in Wassergefährdungsklassen (Verwaltungsvorschrift wassergefährdende Stoffe – VwVwS)“, 17. Mai 1999

[Wild_C_2003] Wild, Claudia; Puig, Stefan: „Nicht-Ionische Röntgenkontrastmittel – klinische Relevanz der Unterschiede verschiedener Kontrastmittel“, Institut für Technikfolgen-Abschätzung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien, November 2003 www.oeaw.ac.at/ita/ebene5/d2-2b24.pdf

[Wischnack_S_1998] Wischnack, Sabine; Oleksy-Frenzel, Jolanta; Jekel, Martin: „Abbauverhalten und Vorkommen organischer Iodverbindungen im Raum Berlin“, IN: Fachgruppe Wasserchemie in der Gesellschaft Deutscher Chemiker Jahrestagung 1998, Kurzreferate und Teilnehmerverzeichnis 18. bis 20. Mai 1998 Lübeck, S. 96-99

[Wischnack_S_2000] Wischnack, Sabine; Jekel, Martin: „Untersuchungen zu iodierten organischen Stoffen im Tegeler See und im Wasserwerk Tegel“, Abschlussbericht zu einem Untersuchungsprogramm im Auftrag der Berliner Wasserbetriebe, Fachgebiet Wasserreinhaltung, TU-Berlin, Februar 2000

[Wischnack_S_2000a] Wischnack, Sabine; Jekel, Martin: „Verhalten und Herkunft Iodorganischer Verbindungen (AOI) im Raum Berlin“, IN: Halogenorganische Verbindungen, Herausgeber: ATV-DVWK Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., ATV-DVWK-Schriftenreihe, Bd. 18, Hennef, September 2000 S. 96-104

[Ziegler_M_1997] Ziegler, M.; Schulze-Karal, C.; Steiof, M. und Rüdén, H.: „Reduzierung der AOX-Fracht von Krankenhäusern durch Minimierung des Eintrags iodorganischer Röntgenkontrastmittel“, *Korrespondenz Abwasser*, 1997 (44).