

**KOMPETENZZENTRUM
Wasser** Berlin

Dipl.-Ing. Petra Schuster



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



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

„Getrennte Erfassung von jodorganischen Röntgenkontrastmitteln in Krankenhäusern“

Phase 2: Praktische Durchführung

**Abschlussbericht
Mai 2006**

Forschungsprojekt in Kooperation mit

**Universitätsklinikum Charité
Campus Virchow-Klinikum**



**Maria Heimsuchung
Caritas-Klinik Pankow**



**GÖK
Consulting AG**



Finanzielle Unterstützung



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Zielsetzung	3
3	Vorgehensweise und Methodik	4
3.1	Urinerfassungs- und Dokumentationsmaterialien.....	4
3.2	Datenerfassung, Analysen und Auswertungen.....	6
4	Ergebnisse der Urinsammlung.....	9
4.1	Erfassungsgrad.....	11
4.2	Jodkonzentration im Urin.....	15
4.3	Personalakzeptanz	18
4.3.1	Ärzte	18
4.3.2	Pflegepersonal	21
4.3.3	Radiologiemitarbeiter	24
4.3.4	Beauftragte für Hygiene und Umweltschutz	25
4.4	Patientenakzeptanz	26
5	RKM im Abwasser der Maria Heimsuchung Caritas-Klinik Pankow..	30
5.1	Ergebnisse der Messkampagnen im Abwasser	31
5.1.1	Ergebnisse der 1. Messkampagne im Abwasser	31
5.1.2	Ergebnisse der 2. Messkampagne im Abwasser	33
5.1.3	Ergebnisse der 3. Messkampagne im Abwasser	34
5.1.4	Ergebnisse der 4. Messkampagne im Abwasser	36
5.2	Zusammenfassung der Ergebnisse der Messkampagnen im Abwasser.....	37
6	Entsorgung der mit dem Urin erfassten Röntgenkontrastmittel.....	42
6.1	Organisation der Entsorgung im Testbetrieb.....	42
6.1.1	Erfassung der Fraktion auf Station	42
6.1.2	Innerbetrieblicher Transport.....	42
6.1.3	Bereitstellung zur Entsorgung.....	43
6.1.4	Externe Entsorgung	43
6.2	Praktische Erfahrungen bei der Entsorgung.....	45
6.2.1	Ver- und Entsorgungsrhythmen	45
6.2.2	Bewertung der eingesetzten mobilen Urinbehälter	46
6.3	Bewertung der Entsorgungswege	47
7	Kostenbetrachtungen	48
7.1	Ermittelte Projektkosten.....	48
7.1.1	Materialkosten	48
7.1.2	Entsorgungskosten	49
7.1.3	Kosten des Arbeitsaufwandes des Personals	50
7.1.4	Ermittelte Gesamtkosten.....	55
7.1.5	Kostenvergleich bezüglich der Machbarkeitsstudie	56
7.2	Kostenabschätzung für eine zukünftige Anwendung	57
8	Bewertung	59
9	Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Krankenhäuser und Entsorgungswege	61

10 Zusammenfassung	63
11 Anhang	65
11.1 Informations- und Dokumentationsmaterialien.....	65
11.2 Ermittlung des AOf-Anteils am AOX.....	73
11.3 Messergebnisse	74
11.4 Auswertung der Messergebnisse	77
11.5 Dokumentation der Kostenbetrachtungen.....	80
11.6 Auswertung der Fragebögen.....	88
11.7 Literatur.....	97

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1:	Ausscheidung der in den Krankenhäusern verwendeten RKM über den Urin in 24 h.....	6
Tabelle 4-1:	Jodbilanz der Station 61 der Charité CVK	11
Tabelle 4-2:	Jodbilanz der Station 6 und im Krankenhaus verabreichte RKM der Caritas-Klinik Pankow	13
Tabelle 4-3:	Auswertung der Fragebögen für die Ärzte beider Krankenhäuser	19
Tabelle 4-4:	Auswertung der Fragebögen für das Pflegepersonal beider Krankenhäuser	21
Tabelle 4-5:	Auswertung der Fragebögen für die Radiologiemitarbeiter beider Krankenhäuser	24
Tabelle 4-6:	Auswertung der Patientenfragebögen.....	26
Tabelle 5-1:	AOI- und AOX-Mittelwerte der vier Messkampagnen im Abwasser (auf das Trinkwasser volumengewichtete Konzentrationsmittelwerte)	39
Tabelle 6-1:	Praktizierte Urinentsorgungswege in den Krankenhäusern	42
Tabelle 6-2:	Entsorgungsrhythmen und deren Bewertung	45
Tabelle 6-3:	Bewertung der eingesetzten mobilen Urinbehälter	46
Tabelle 7-1:	Anzahl der RKM-Patienten der ausgewählten Stationen der Krankenhäuser, gesammelter Urin und erfasstes Jod.....	48
Tabelle 7-2:	Entsorgungsmöglichkeiten der verwendeten mobilen Urinbehälter	49
Tabelle 7-3:	Bezogene Materialkosten (Laufende Kosten).....	49
Tabelle 7-4:	Bezogene Entsorgungskosten des gesammelten Urins	50
Tabelle 7-5:	Mittelwerte des Zeitaufwandes des Pflegepersonals der Stat. 61 der Charité CVK pro Patient am Tag der Röntgenuntersuchung für die getrennte Urinsammlung	51
Tabelle 7-6:	Mittelwerte des Zeitaufwandes des Pflegepersonals der Stat. 6 der Caritas-Klinik Pankow pro Patient am Tag der Röntgenuntersuchung für die getrennte Urinsammlung	52
Tabelle 7-7:	Gesamtpersonalkosten der Krankenhausmitarbeiter	54
Tabelle 7-8:	Bezogene Gesamtpersonalkosten der Krankenhausmitarbeiter.....	55
Tabelle 7-9:	Ermittelte Gesamtkosten der Laufenden Kosten	55
Tabelle 7-10:	Ergebnisvergleich der zwei Projektphasen	56
Tabelle 7-11:	Kostenschätzung für eine zukünftige Anwendung der Urinsammlung.....	58

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3-1:	In den Krankenhäusern verwendete mobile Urinsammelgefäße	4
Abbildung 4-1:	Gesammelter Urin pro Woche und Anzahl der an der Sammlung teilnehmenden Patienten der Station 61 der Charité CVK	9
Abbildung 4-2:	Gesammelter Urin pro Woche und Anzahl der an der Sammlung teilnehmenden Patienten der Station 6 der Caritas-Klinik Pankow	10
Abbildung 4-3:	Verabreichte und erfasste organische Jodmengen der Station 61 der Charité CVK	12
Abbildung 4-4:	Verabreichte und erfasste organische Jodmengen der Station 6 der Caritas-Klinik Pankow	14
Abbildung 4-5:	Verabreichte organische Jodmengen in Form von RKM des gesamten Krankenhauses und der Station 6 der Caritas-Klinik Pankow	15
Abbildung 4-6:	AOI-Konzentrationen pro Woche im Urin der Patienten der Station 61 der Charité CVK	16
Abbildung 4-7:	Konzentration von AOX und AOI pro Woche im Urin der Patienten der Station 61 der Charité CVK	16
Abbildung 4-8:	AOI-Konzentrationen pro Woche im Urin der Patienten der Station 6 der Caritas-Klinik Pankow	17
Abbildung 4-9:	Konzentration von AOX und AOI pro Woche im Urin der Patienten der Station 6 der Caritas-Klinik Pankow	18
Abbildung 4-10:	Akzeptanz der Ärzte beider Krankenhäuser der getrennten Urinsammlung.....	20
Abbildung 4-11:	Akzeptanz des Pflegepersonals beider Krankenhäuser der getrennten Urinsammlung.....	23
Abbildung 4-12:	Bewertung der Eignung der mobilen Urinbehälter zur Urinsammlung von den Patienten beider Krankenhäuser.....	28
Abbildung 4-13:	Akzeptanz der getrennten Urinsammlung der Patienten beider Krankenhäuser	29
Abbildung 5-1:	Verabreichtes Jod und gemessene AOI-Fracht im Zeitraum vom 22.8.-9.9.2005 (Urinsammlung auf der Stat. 6) der Caritas-Klinik Pankow	31
Abbildung 5-2:	AOX- und AOI-Konzentrationen von 24h-Mischproben im Zeitraum vom 22.8.- 9.9.2005 (Urinsammlung auf der Stat. 6) und theoretisch zu erwartende AOX-Konzentrationen der Caritas-Klinik Pankow	32
Abbildung 5-3:	Verabreichtes Jod und gemessene AOI-Fracht im Zeitraum vom 31.10.-18.11.2005 (Urinsammlung auf der Stat. 6) der Caritas-Klinik Pankow	33
Abbildung 5-4:	AOX- und AOI-Konzentrationen von 24h-Mischproben im Zeitraum vom 31.10.– 18.11.2005 (Urinsammlung auf der Stat. 6) und theoretisch zu erwartende AOX-Konzentrationen der Caritas-Klinik Pankow	34
Abbildung 5-5:	Verabreichtes Jod und gemessene AOI-Fracht im Zeitraum vom 13.-23.12.2005 (Urinsammlung auf der Stat. 6) der Caritas-Klinik Pankow	35
Abbildung 5-6:	AOX- und AOI-Konzentrationen von 24h-Mischproben im Zeitraum vom 13.– 23.12.2005 (Urinsammlung auf der Stat. 6) und theoretisch zu erwartende AOX-Konzentrationen der Caritas-Klinik Pankow	35
Abbildung 5-7:	Verabreichtes Jod und gemessene AOI-Fracht im Zeitraum vom 6.-17.02.2006 der Caritas-Klinik Pankow	36

Abbildung 5-8: AOX- und AOI-Konzentrationen von 24h-Mischproben im Zeitraum vom 6.- 17.02.2006 und theoretisch zu erwartende AOX-Konzentrationen der Caritas-Klinik Pankow	37
Abbildung 5-9: Mittelwerte des verabreichten Jods und der gemessenen AOI-Fracht im Zeitraum der vier Abwassermesskampagnen der Caritas-Klinik Pankow...	38
Abbildung 5-10: Auf den Trinkwasserverbrauch volumengewichtete Mittelwerte der AOX- und AOI-Konzentrationen von 24h-Mischproben und theoretisch zu erwartende AOX-Mittelwerte der vier Abwassermesskampagnen der Caritas-Klinik Pankow	39
Abbildung 5-11: Vergleich der verabreichten Jodmenge, der erfassten Jodfracht im Urin und der Jodfracht im Abwasser in sechs Wochen im Untersuchungszeitraum	40
Abbildung 6-1: Transportkisten mit mobilen Urinbehältern.....	42
Abbildung 6-2: Sonderabfallbehälter.....	43
Abbildung 7-1: Arbeitsaufwand der Ärzte beider Krankenhäuser für die Umsetzung der getrennten Urinsammlung	50

1 Einleitung

Jodorganische¹ Röntgenkontrastmittel (RKM) werden zur radiologischen Darstellung von Weichteilgeweben verwendet. Sie werden den Patienten in hohen Dosen, im Bereich von 3 – 100 g Jod, in Ausnahmefällen auch bis 300 g Jod, pro Patient und Untersuchung verabreicht [1]. Während der Durchführung der Testphase des FE-Projektes „Getrennte Erfassung von jodorganischen Röntgenkontrastmittel in Krankenhäusern“ wurden durchschnittlich 27 g Jod in Form von Röntgenkontrastmitteln pro Patient und Untersuchung verabreicht. RKM werden unmetabolisiert und fast vollständig nach 24 Stunden über den Urin ausgeschieden [2, 3, 4]. Die Ausscheidungshalbwertszeit beträgt ca. 2 Stunden [2, 4]. Sie sind sehr polare und inerte Stoffe, die in Kläranlagen kaum abgebaut werden. Untersuchungen an einer Berliner Kläranlage ergaben, dass die Elimination dieser Stoffe, gemessen als AOI (Adsorbierbares Organisches Jod) unter 8 % liegt [5]. RKM sind biologisch schlecht abbaubar. Es kann aber in einem ersten Abbauschritt zu einer Abspaltung von Seitenketten kommen, die zu stabilen Metaboliten und nicht zu einer Dejodierung führen [6]. Es wurde von einer bis zu ca. 90%igen Elimination der beiden RKM Iopromid und Iomeprol in der biologischen Stufe der Kölner Großkläranlage Stammheim berichtet [7]. Weitere untersuchte RKM Iopamidol und Amidotrizoesäure wurden aber deutlich weniger in dieser Kläranlage entfernt. Es ist nicht bekannt, ob im Rahmen dieser Untersuchung auch RKM-Metabolite analysiert wurden. RKM sind innerhalb des Wasserkreislaufes nachweisbar. In Berliner Oberflächengewässern lagen die gemessenen mittleren AOI-Konzentrationen im Bereich von 2– 15 µg/L [8]. In früheren Arbeiten konnte gezeigt werden, dass die AOX-Konzentration (Adsorbierbare Organische Halogene) im Krankenhausabwasser fast ausschließlich auf die jodorganischen RKM zurückzuführen ist [6, 9].

Jodorganische Röntgenkontrastmittel nehmen in der medizinischen Diagnostik eine wichtige Stellung ein und sind zurzeit nicht substituierbar. Für den Menschen sind die jodorganischen RKM in der Regel gut verträglich, wobei aber auch bei ihrer Anwendung unerwünschte Wirkungen wie zum Beispiel Nierenschädigungen auftraten [10]. Nach dem Stand der Kenntnis wirken sie nicht ökotoxisch [1, 11, 12]. Allerdings ist die Ökotoxizität dieser persistenten Stoffe auch umstritten. Weiterhin liegen keine Erkenntnisse zu den Eigenschaften von Metaboliten der RKM vor [13]. Daten zum Aufbau, den Eigenschaften und zur Toxizität der RKM sind ausführlich in dem Bericht der Machbarkeitsstudie dieses Projektes dokumentiert [14].

Der Verbrauch in Deutschland wird mit ca. 360 – 500 t RKM pro Jahr abgeschätzt [8, 15]. Die Jodmoleküle machen näherungsweise rund die Hälfte der Molekülmasse der Röntgenkontrastmittel aus [16]. Als Emittenten konnten jeweils ungefähr zur Hälfte Krankenhäuser und Röntgenpraxen identifiziert werden [9, 13]. Aufgrund des Vorsorgeprinzips und des Minimierungsgebotes der Trinkwasserversorgung sollten jodorganische Röntgenkontrastmittel nicht in den Wasserkreislauf eingetragen werden. Da RKM in relativ kurzer Zeit nach ihrer Applikation fast vollständig, unmetabolisiert und örtlich konzentriert in Krankenhäusern mit dem Urin der Patienten ausgeschieden werden, bietet es

¹ Die Schreibweise „Iod“ ist auch gebräuchlich.

sich an sie direkt an der Quelle zurückzuhalten und nicht in den Wasserkreislauf gelangen zu lassen.

Die Durchführung des FE-Projektes „Getrennte Erfassung von jodorganischen Röntgenkontrastmitteln in Krankenhäusern“ erfolgte in zwei Phasen. Die 1. Phase, eine Machbarkeitsstudie, dauerte vom 1. April 2004 bis zum 30. April 2005 und bildete die Grundlage für die 2. praktische Projektphase, die vom 1. Mai 2005 bis zum 31. Dezember 2005 durchgeführt wurde. In der 2. Projektphase wurde das dezentrale Erfassungskonzept mit mobilen Urinbehältern getestet, um die RKM an der Quelle zurückzuhalten und nicht ins Abwasser gelangen zu lassen. Die zweiwöchige Untersuchung des Abwassers der Caritas-Klinik Pankow im Februar 2006, nach der eigentlichen Projektphase, diente der Feststellung der Wiederfindung der verabreichten RKM im Abwasser.

Innerhalb der Machbarkeitsstudie wurden 3 Erfassungskonzepte erarbeitet und systematisch nach den Kriterien: Integration in die vorhandene Sanitärtechnik und in die vorhandenen Aufenthalts- und Wartebereiche, zusätzlicher Betreuungsaufwand, Integration in den medizinischen Behandlungsablauf der Radiologie bzw. der Stationen, Qualität der Patientenbehandlung, Erfassungsmenge sowie -grad, bewertet. Auf Grundlage dieser Ergebnisse, die kompakt in einem GWF-Artikel [17] dargestellt sind, erfolgte die Auswahl des besten Erfassungskonzeptes, um es in zwei Berliner Krankenhäusern auf jeweils einer Station beispielhaft umzusetzen. Dort sammelten die Mitarbeiter den Urin der Patienten, die jodorganische RKM appliziert bekommen hatten, mit mobilen Urinbehältern. Vom Urin wurden im wöchentlichen Rhythmus Mischproben hergestellt, um die AOF- und AOX-Konzentrationen zu bestimmen. Danach erfolgte die Entsorgung des nicht für Analysen benötigten Urins, durch den Test dreier verschiedener Entsorgungswege, der Restabfallentsorgung, der Entsorgung als Sonderabfall und der Bereitstellung des Urins für Forschungseinrichtungen, die Versuche zur Separierung des Jods durchführen.

Die Koordination des FE-Projektes erfolgte durch die Berliner Wasserbetriebe und die Kompetenzzentrum Wasser Berlin gGmbH in Zusammenarbeit mit der GÖK Consulting AG und zwei Berliner Krankenhäusern, der Charité Campus Virchow-Klinikum und der Maria Heimsuchung Caritas-Klinik Pankow. Die beiden beteiligten Krankenhäuser stehen beispielhaft für das Krankenhauswesen in Deutschland, mit einem Krankenhaus der Maximal- und einem der Grundversorgung. Alle Projektpartner erarbeiteten gemeinsam die Machbarkeitsstudie und deren Umsetzung in der 2. Projektphase. Veolia Wasser und die Berliner Wasserbetriebe haben das Projekt finanziell unterstützt.

2 Zielsetzung

Ziel ist es, eine Verminderung der RKM im Abwasser und damit im gesamten Wasserkreislauf zu erreichen. Dazu sollen mit diesem FE-Projekt die theoretischen Grundlagen und praktisch durchführbare Vorgehensweisen für eine umfangreiche Sammlung von Urin, der mit RKM kontaminiert ist, geschaffen werden. In diesem Projekt werden Varianten untersucht, die in Krankenhäusern umgesetzt werden können.

Ausgehend von den Ergebnissen der Machbarkeitsstudie [14] wird das dezentrale Erfassungskonzept mit mobilen Urinbehältern über einen Zeitraum von ca. 20 Wochen in zwei Krankenhäusern erprobt. Es ist der logistische, personelle und finanzielle Aufwand der getrennten Urinsammlung zu bestimmen. Die Akzeptanz der Ärzte, Pflegekräfte, Radiologiemitarbeiter und der an der Urinsammlung beteiligten Patienten ist zu ermitteln und zu bewerten. Weiterhin erfolgen eine Berechnung des Erfassungsgrades und die Überprüfung der Jodfracht im Abwasser, um zu versuchen, die getrennte Erfassung und damit eine verringerte Fracht an RKM in das Abwasser nachzuweisen.

Weiterhin wird geprüft, ob eine Übertragung der Testphase des dezentralen Erfassungskonzeptes mit mobilen Urinbehältern auf andere Stationen in den Partnerkrankenhäusern und andere Krankenhäuser möglich ist. Aufbauend auf den Erfahrungen der praktischen Erprobungsphase wird ein Leitfaden zur Umsetzung der getrennten Urinsammlung erarbeitet, um dieses praktikable Erfassungskonzept weiter in der Öffentlichkeit vorzustellen und zu verbreiten. Der Leitfaden kann als Grundlage für eine zukünftige politische Entscheidung für eine derartige Richtlinie dienen.

3 Vorgehensweise und Methodik

Die Urinsammlung erfolgte beispielhaft auf jeweils einer Schwerpunktstation der Krankenhäuser, die zuvor in der Machbarkeitsstudie [14] ausgewählt wurden. Nach Zustimmung der Krankenhausleitung, die praktische Erprobungsphase umzusetzen, begann die Organisation der Urinsammlung, entsprechend des dezentralen Erfassungskonzeptes mit mobilen Urinbehältern.

In der Charité Campus Virchow-Klinikum (CVK) sammelte das Personal der Station 61 (Strahlenklinik) den Urin der Patienten, denen jodorganische Röntgenkontrastmittel appliziert wurden, vom 03.08. – 16.12.2005 (ca. 20 Wochen). Die Mitarbeiter der Station 6 (Innere Medizin) der Maria Heimsuchung Caritas-Klinik Pankow führten die Urinsammlung im Zeitraum vom 11.08. – 23.12.2005 (ca. 20 Wochen) durch. Dabei fanden folgende Aspekte Berücksichtigung:

- die Urinsammlung zur Ermittlung der erzielbaren Emissionsminderung (Kapitel 4 - 4.2)
- die Akzeptanz der an der Urinsammlung Beteiligten (Kapitel 4.3 und 4.4)
- stichprobenartige Abwasseruntersuchungen der Caritas-Klinik Pankow während der Urinsammlung und nach der Sammelphase (Kapitel 5)
- Test verschiedener Entsorgungswege (Kapitel 6)
- Ermittlung der Kosten der Urinsammlung (Kapitel 7)

3.1 Urinerfassungs- und Dokumentationsmaterialien

Die Auswahl der geeigneten mobilen Urinbehälter und Dokumentationsmaterialien erfolgte in Abstimmung mit den Hauptansprechpartnern² der Krankenhäuser. In beiden Krankenhäusern wurden dieselben mobilen Urinbehälter, dargestellt in Abbildung 3-1, und Transportkisten verwendet. Auch die verwendeten Informations- und Dokumentationsmaterialien waren prinzipiell gleich.



Abbildung 3-1: In den Krankenhäusern verwendete mobile Urinsammelgefäße

² ein Radiologiearzt der Charité, die Hygienebeauftragte der Caritas-Klinik Pankow und jeweils eine Pflegekraft der ausgewählten Stationen

Am 02.08.2005 wurde das Projekt und der geplante logistische und dokumentatorische Ablauf dem Personal der Station 61 der Charité CVK im Rahmen einer Stationsbesprechung vorgestellt. Es waren Ärzte sowie ein Großteil des Pflegepersonals anwesend. Die zur Urinsammlung zu verwendenden Behälter und Transportkisten wurden den Pflegekräften vorgestellt und im Anschluss, in einer für die Startphase geeigneten Menge, auf der Station gelagert. Um auf mögliche Fragen und Probleme schnell reagieren zu können, erhielten die Mitarbeiter der Station 61 eine Telefonliste mit den Ansprechpartnern des Projektes. Die Radiologiemitarbeiter/innen der Charité CVK wurden von einem Arzt über das Projekt und die Durchführung informiert. Am 03.08.2005 begann die Urinsammlung auf dieser Station. In der Anfangsphase der praktischen Urinsammlung ist eine Vorortbetreuung durch KWB- und GÖK-Mitarbeiter erfolgt.

In der Maria Heimsuchung Caritas-Klinik Pankow wurde der Ablauf des RKM-Projektes am 10.08.2005, einen Tag vor Beginn der praktischen Umsetzung, den Krankenhausmitarbeitern konkret erläutert. Es waren Ärzte, Pflegekräfte der Station 6 und Radiologiemitarbeiter/innen anwesend. Die Durchführung dieser Informationsveranstaltung unterschied sich nicht wesentlich von der im vorigen Absatz beschriebenen Veranstaltung in der Charité CVK.

Folgende Dokumente, die im Anhang 11.1 dargestellt sind, dienten der Erläuterung und einer Dokumentation des Projektes:

- Einverständniserklärung der Patienten
- Laufzettel für die Patienten, die sie über den 24-stündigen Sammelzeitraum von der Station über die Radiologie bis zurück zur Station begleiten
- Informationsmaterialien für die Patienten, die ihre Motivation für die Urinsammlung fördern sollten und den Hintergrund des FE-Projektes erläuterten
- Informationsmaterialien mit empfohlenen, projektbezogenen Arbeitsanweisungen für die Ärzte, das Pflegepersonal und den internen Entsorgungsdienst
- eine Bettkennzeichnung in der Größe DIN A 5, um die am Projekt teilnehmenden Patienten schnell identifizieren zu können.

Die Urinsammlung war als freiwillige Maßnahme der Patienten konzipiert. Um eventuellen rechtlichen Bedenken vorzubeugen, mussten die Patienten eine Einverständniserklärung unterschreiben. Diese beinhaltete, dass die Patienten mit der 24-stündigen Urinsammlung einverstanden waren und dass sie anonymisierten Urinalysen zustimmten. In einer zukünftigen, umfassenderen Sammlung von Urin der RKM enthält, ist diese Einverständniserklärung nicht erforderlich, da dann Analysen des Urins nicht durchgeführt werden.

Die Laufzettel dienten zur Identifizierung der Patienten als RKM-Patienten. Auf den Laufzetteln wurde das Datum der Untersuchung, der Zeitpunkt bzw. die Untersuchungsdauer, teilweise die applizierte RKM-Art und -Menge, der Urinsammelzeitraum und ob die Patienten zur Urinsammlung Unterstützung des Pflegepersonals benötigten, notiert.

Die Einschätzung der Akzeptanz des Projektes durch die Beteiligten erfolgte durch die Auswertung von Fragebögen, die für die Ärzte, Pflegekräfte, Radiologiemitarbeiter und Patienten erstellt wurden.

3.2 Datenerfassung, Analysen und Auswertungen

Die Daten der verabreichten RKM stellten die Mitarbeiter der Radiologie dem Projekt zur Verfügung. Damit konnte für jede Untersuchung die RKM-Art, das applizierte Volumen, das Datum und der Zeitpunkt der Untersuchung berücksichtigt werden. Von den verabreichten RKM wurde, durch Kenntnis des Jodgehaltes des jeweiligen Röntgenkontrastmittels und des applizierten Volumens, die Jodmasse bestimmt. In der Charité CVK konnten aufgrund der Vielzahl der Verbrauchsstellen der Radiologie ausschließlich die verabreichten RKM für die Patienten der Station 61 ermittelt werden. In der Caritas-Klinik wurden neben den relevanten Daten der Station 6 auch die RKM-Verbrauchsdaten des ganzen Krankenhauses bestimmt. Da hier Abwasseruntersuchungen durchgeführt wurden, konnten die verabreichten RKM mit der Jodfracht des Abwassers verglichen werden. Die Verarbeitung der Patientendaten innerhalb des Projektes erfolgte anonymisiert. Der gesammelte Urin der Patienten wurde zu wöchentlichen Mischproben zusammengefasst und analysiert. Die Zuordnung der mobilen Urinbehälter zu den Laufzetteln erfolgte in der Charité CVK ausschließlich über das Datum und die angefallene Urinmenge. In der Caritas-Klinik konnte die Zuordnung in der Regel über die Patientennummer und das Datum gewährleistet werden.

In den Krankenhäusern wurden im Untersuchungszeitraum hauptsächlich die jodorganischen Röntgenkontrastmittel Xenetix 300 und Imeron 300 verwendet, daneben auch Ultravist, Isovist und sehr selten Optiray und Visipaque. Aus den Fachinformationen [18, 19, 20, 21, 22, 23] der Diagnostika konnte die prozentuale Ausscheidung über den Urin innerhalb von 24 Stunden entnommen werden. Diese Werte sind in Tabelle 3-1 dargestellt.

Tabelle 3-1: Ausscheidung der in den Krankenhäusern verwendeten RKM über den Urin in 24 h

Röntgenkontrastmittel	RKM-Wirkstoff	Anteil der Ausscheidung der RKM über die Nieren innerhalb von 24 Stunden
Xenetix 300 [18]	lobitridol	100 %
Imeron 300 / 400 [19]	lomeprol	fast vollständig (d.h. Annahme von 98%, wie auch in der Machbarkeitsstudie, da keine Zahl angegeben wurde)
Ultravist [20]	Iopromid	98 %
Isovist [21]	Iotrolan	80 %
Optiray [22]	Ioversol	95 %
Visipaque [23]	Iodixanol	97 %

Da die RKM Imeron und Xenetix die am häufigsten in diesen Krankenhäusern verwendeten jodorganischen Röntgenkontrastmittel sind, kann von einer 98 – 100%igen Ausscheidung innerhalb von 24 Stunden ausgegangen werden. Eine Urinsammlung war nicht immer über exakt 24 Stunden in diesem FE-Projekt möglich. Je nach medizinischer Weiterbehandlung bzw. auch Entlassung der Patienten konnte nur über einen kürzeren Zeitraum gesammelt werden, zum Teil wurde dies auf den Laufzetteln und Urinbehältern notiert. Da aber während der ersten zwei Halbwertszeiten, d.h. innerhalb der ersten 4h, nach der Untersuchung ca. 60 % der RKM ausgeschieden werden [24], ist auch bei einem kürzeren Sammelzeitraum mit einem hohen Jodanteil im Urin zu rechnen.

Als Bezugspunkt zur Darstellung der Ergebnisse der Datenerfassung der Radiologie sowie der Analyseergebnisse diente der Zeitraum einer Woche, in der Regel ohne das

Wochenende. Da der Patientenurin nicht kontinuierlich anfiel, besteht der betrachtete Zeitraum nicht zwingend aus 5 Werktagen. Im wöchentlichen Rhythmus wurden volumenproportionale Mischproben des Patientenurins hergestellt. Dazu wurde zunächst das gesammelte Urinvolumen bestimmt und der Urinbehälter kurz geschüttelt. Aus jedem mobilen Urinbehälter wurde ein proportionaler Anteil in ein Mischgefäß mit einer Dispensette, die über einen einstellbaren Volumenbereich von 5–50 mL verfügt, überführt. Die Spülung der Dispensette, vor jeder neuen Überführung in das Mischgefäß, erfolgte mit ca. 100 mL der neuen Probe, welche verworfen wurde. Die Reinigung der Dispensette nach der Probennahme erfolgte mit Leitungswasser. Die benötigte Analysenmenge betrug 600 mL Urin. Der verbleibende Resturin wurde nach der Probennahme zur Entsorgung bereitgestellt bzw. für Forschungseinrichtungen gesammelt. Die Untersuchung der Mischproben erfolgte im Labor der Berliner Wasserbetriebe nach folgenden Analysemethoden:

- AOI in µg/L nach DIN EN ISO 10304-1/2
- AOX in µg/L nach DIN EN 1485-H14.

Der AOX ist ein Summenparameter für die adsorbierbaren organisch gebundenen Halogene Chlor, Brom und Jod und wird auf die Atommasse von Chlor bezogen. Der im Labor ermittelte AOI weist nur den Einzelparameter Adsorbierbares Organisches Jod aus, der einen Anteil des AOX ausmacht. Da Jod ein mehr als 3-fach höheres Atomgewicht als Chlor besitzt, ist der angegebene Konzentrationswert in g/L dieses Einzelparameters höher als der AOX in g/L. Um zu verdeutlichen, dass die gemessenen AOX-Konzentrationen im Urin und in den Abwasserproben hauptsächlich auf die organischen Jodverbindungen der Röntgenkontrastmittel zurückzuführen sind, wurde der ermittelte AOI auf die Atommasse von Chlor bezogen. Dabei werden die relativen Atommassen der Elemente Chlor (35,45) und Jod (126,90) wie folgt berücksichtigt:

$$AOI_{\text{gemessen und auf Cl bezogen}} [\text{g Cl/L}] = AOI_{\text{gemessen}} [\text{g/L}] * 35,45 / 126,9 \quad [\text{Formel 1}]$$

Die mit dem gesammelten Urin zurückgehaltene Jodmasse, bezogen auf den Zeitraum einer Woche, wurde durch Multiplikation der gemessenen AOI-Konzentrationen mit dem angefallenen Urinvolumen errechnet.

$$m_{\text{Jod, Urin}} [\text{g}] = AOI_{\text{Urin, gemessen}} [\text{g/L}] * V_{\text{Urin}} [\text{L}] \quad [\text{Formel 2}]$$

$m_{\text{Jod, Urin}}$	mit dem Urin erfasste Jodmasse [g]
$AOI_{\text{Urin, gemessen}}$	AOI-Konzentration des Urins [g/L]
V_{Urin}	Volumen des gesammelten Urins [L]

Während der vier Abwassermesskampagnen der Caritas-Klinik Pankow wurde die tägliche Jodfracht des Abwassers berechnet, durch Multiplikation der gemessenen AOI-Konzentrationen im Abwasser mit dem Trinkwasserverbrauch, da die Menge des täglich anfallenden Abwassers nicht ermittelt werden konnte.

$$n_{\text{Jod, Abwasser}} [\text{g/d}] = AOI_{\text{Abwasser, gemessen}} [\text{mg/L}] * Q_{\text{TW}} [\text{m}^3/\text{d}] \quad [\text{Formel 3}]$$

$n_{\text{Jod, Abwasser}}$	Jodfracht des Abwassers [g/d]
$AOI_{\text{Abwasser, gemessen}}$	AOI-Konzentration des Abwassers [mg/L]
Q_{TW}	täglicher Trinkwasserverbrauch [m ³ /d]

Die Berechnung des Joderfassungsgrades, bezogen auf die verabreichte Jodmenge der jeweiligen Krankenhausstation auf der der Urin gesammelt wurde innerhalb einer Untersuchungswoche, erfolgte nach Formel 4.

$$E_{\text{Jod}} [\%] = 100 * m_{\text{Jod, Urin}} [\text{g}] / m_{\text{Jod, RKM}} [\text{g}] \quad [\text{Formel 4}]$$

E_{Jod} Joderfassungsgrad [%]
 $m_{\text{Jod, Urin}}$ mit dem Urin erfasste Jodmasse [g]
 $m_{\text{Jod, RKM}}$ verabreichtes Jod in Form von RKM [g]

Eine Formel, zur Abschätzung einer zu erwartenden AOX-Konzentration im Abwasser aufgrund des Eintrages von RKM, die für den Zeitraum eines Jahres angegeben ist [6, 9], wurde leicht modifiziert, indem die Daten auf kürzere Zeiträume bezogen wurden. Damit konnte den gemessenen Werten ein theoretisch zu erwartender AOX (siehe Formel 5) gegenübergestellt werden.

$$\text{AOX}_{\text{theoretisch, RKM}} [\text{mg Cl/L}] = (\sum(\text{RKM}_i [\text{L/a}] * G_i [\text{g/L}] * F) / Q_{\text{TW}} [\text{m}^3/\text{a}] \quad [\text{Formel 5}]$$

$\text{AOX}_{\text{theoretisch, RKM}}$ mittlerer auf RKM zurückzuführender AOX im Abwasser [mg Cl/L]
 RKM_i Jahresverbrauch des i-ten Röntgenkontrastmittels in [L/a]
 G_i Jodgehalt des i-ten Röntgenkontrastmittels [g/L] (ca. 300-500 g/L)
 Q_{TW} Trinkwasserjahresverbrauch [m³/a]
 F Umrechnungsfaktor, der die verschiedenen Atomgewichte von Chlor und Jod berücksichtigt ($F = 35,45 / 126,9 = 0,279$)

In diesem Bericht sind an verschiedenen Stellen Mittelwerte angegeben, die als arithmetisches Mittel berechnet wurden. Die einzige Ausnahme stellt die Berechnung des geometrischen Mittels der Abwasserkonzentrationswerte der vier Messkampagnen in Kapitel 5 dar. Um eine statistisch größere Sicherheit zu erhalten, wurden die Konzentrationswerte (AOX , $\text{AOI}_{\text{gemessen und auf Cl bezogen}}$, $\text{AOX}_{\text{theoretisch, RKM}}$) volumenproportional zum Trinkwasserverbrauch nach Formel 6 gewichtet und dargestellt.

$$\text{AOX}_{\text{geo MW}} [\text{mg Cl/L}] = (\sum \text{AOX}_i [\text{mg Cl/L}] * Q_{\text{TW, i}} [\text{m}^3/\text{d}]) / \sum Q_{\text{TW}} [\text{m}^3/\text{d}] \quad [\text{Formel 6}]$$

$\text{AOX}_{\text{geo MW}}$ volumengewichtetes Mittel des AOX einer Messkampagne [mg Cl/L]
 AOX_i gemessener AOX einer 24-h-Mischprobe [mg Cl/L]
 $Q_{\text{TW, i}}$ Trinkwasserverbrauch eines Tages [m³/d]
 $\sum Q_{\text{TW}}$ Summe des Trinkwasserverbrauchs einer Messkampagne [m³/d]

Der im Projekt gesammelte Patientenurin wurde auf drei verschiedene Arten entsorgt, als Restabfall, mit der Zugabe eines Geliemittels das den Urin verfestigte, als Sonderabfall und durch Weitergabe an Forschungseinrichtungen, die diesen Urin zur Durchführung von Jodaufbereitungsversuchen nutzten. Die Ergebnisse der Entsorgung werden im Kapitel 6 vorgestellt, wobei aber nicht auf die Ergebnisse der externen Forschungseinrichtungen eingegangen werden kann.

4 Ergebnisse der Urinsammlung

Die Urinsammlung fand auf den ausgewählten Stationen der Krankenhäuser in der Regel nur an Wochentagen statt, da radiologische Untersuchungen mit jodorganischen RKM nur in Ausnahmefällen am Wochenende durchgeführt werden. Durchschnittlich schieden die Patienten ca. 1,5 L Urin pro Tag aus. Insgesamt nahmen an der Sammlung 181 Patienten beider Krankenhäuser teil. Die Anzahl der teilnehmenden Patienten wurde anhand der mobilen Urinbehälter und deren Beschriftung bestimmt, da nicht von allen Patienten Laufzettel vorhanden waren. Wenige Patienten benutzten zwei Behälter. Es konnten insgesamt 266 L RKM-haltiger Urin gesammelt werden.

Charité Campus Virchow-Klinikum

Im 20-wöchigen Untersuchungszeitraum konnte der Urin von 137 Patienten der Charité CVK gesammelt werden, dies entspricht einer Teilnahme von 59 % der Patienten der Station 61, die RKM verabreicht bekommen haben. Es wurden 197 L Urin gesammelt, pro Woche waren es durchschnittlich 9,8 L von 7 Patienten. Die im Untersuchungszeitraum pro Woche gesammelte Urinmenge und die Anzahl der teilnehmenden Patienten sind in Abbildung 4-1 dargestellt.

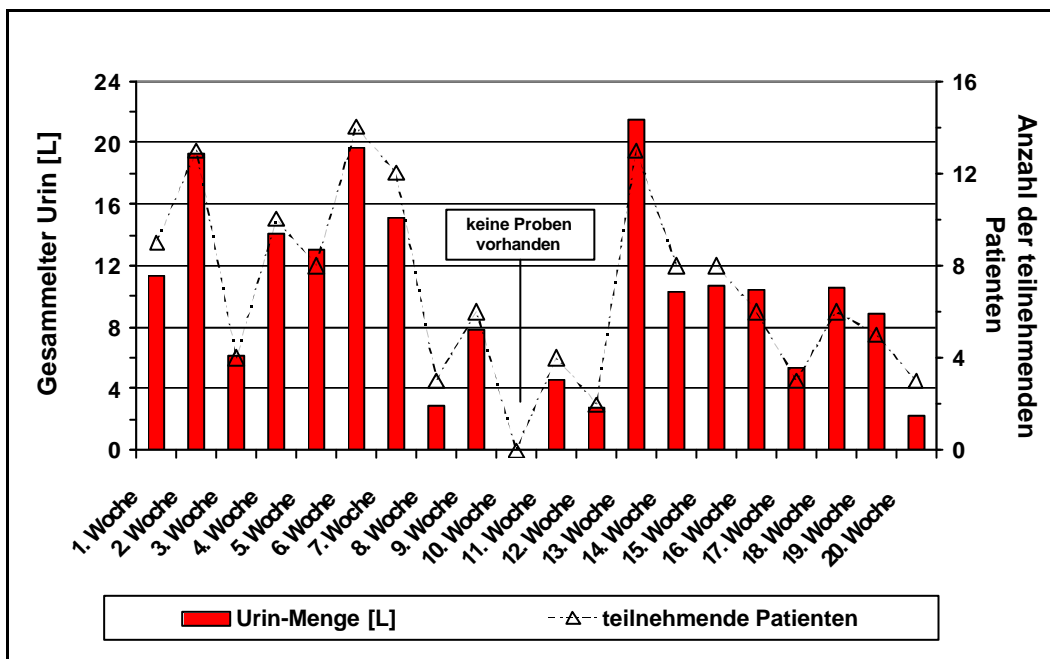


Abbildung 4-1: Gesammelter Urin pro Woche und Anzahl der an der Sammlung teilnehmenden Patienten der Station 61 der Charité CVK

Maximal beteiligten sich 14 Patienten pro Woche an der Sammlung und es konnten maximal 21,5 L Urin in einer Woche gesammelt werden. Die wöchentliche Urinmenge und die Anzahl der teilnehmenden Patienten schwanken stark. Dies lässt sich vor allem darauf zurückführen, dass auch die Anzahl der mit RKM untersuchten Patienten der Station 61 im wöchentlichen Rhythmus schwankt, minimal wurden 4, maximal 21 und durchschnittlich 12 Patienten pro Woche mit jodorganischen Röntgenkontrastmitteln untersucht. Weiterhin sind die Schwankungen auch damit erklärbar, dass die Urinsammlung freiwillig war und dass die

Patienten unterschiedlich intensiv über das Projekt informiert wurden. In der 10. Woche waren auf der Station 61 der Charité CVK keine Urinproben vorhanden, da in dieser Zeit die Patienten nicht über die getrennte Urinsammlung aufgeklärt wurden³. Die Ärzte der Charité streikten in der 17. Woche im Projekt. In diesem Zeitraum wurden ausschließlich Notfalluntersuchungen mit RKM durchgeführt, so dass die verabreichte Menge geringer war. Die 20. Untersuchungswoche umfasste in beiden Krankenhäusern einen kürzeren Sammelzeitraum, daher ist weniger Urin angefallen.

Maria Heimsuchung Caritas-Klinik Pankow

In der Caritas-Klinik beteiligten sich 44 Patienten, die einem Anteil von 60 % der Patienten der Station 6, die RKM verabreicht bekommen haben, entsprechen. Innerhalb der Projektlaufzeit wurde ein Urinvolumen von 69 L gesammelt, pro Woche waren es durchschnittlich 3,5 L. Maximal konnten in einer Untersuchungswoche ca. 9,5 L Urin gesammelt werden. In Abbildung 4-2 sind die Urinmenge und die Anzahl der teilnehmenden Patienten pro Woche der Caritas-Klinik dargestellt.

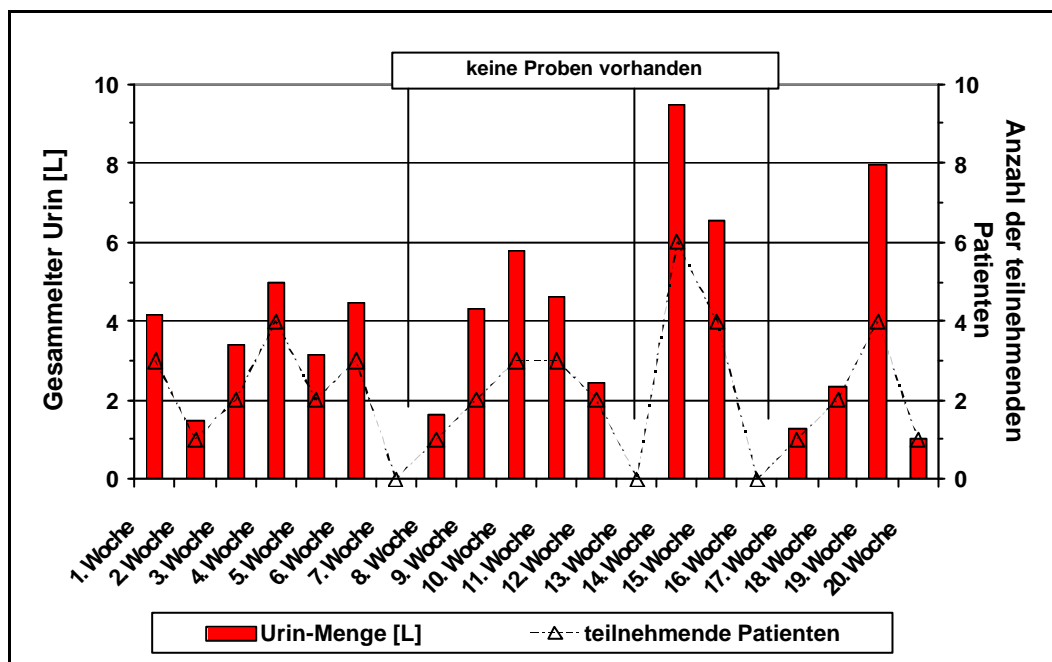


Abbildung 4-2: Gesamelter Urin pro Woche und Anzahl der an der Sammlung teilnehmenden Patienten der Station 6 der Caritas-Klinik Pankow

In der Caritas-Klinik werden insgesamt weniger Patienten mit jodorganischen RKM untersucht als in der Charité CVK. Auch hier schwanken die gesammelten Urinvolumina stark. Wöchentlich beteiligten sich durchschnittlich 2 Patienten an der Sammlung. In der 13. Woche wurden keine Patienten der Station 6 mit Röntgenkontrastmitteln untersucht. Die maximale Anzahl der RKM-Patienten pro Woche betrug 7 und durchschnittlich hätten 4 Patienten pro Woche an der Urinsammlung teilnehmen können. In zwei weiteren Wochen im Untersuchungszeitraum konnte kein Urin gesammelt werden. Mögliche Gründe sind zum einen die insgesamt hohe Altersstruktur der Patienten und damit verbunden der Anteil der Demenz-Kranken als auch der Anteil der Patienten, die unter Inkontinenz leiden, mit Windeln

³ Information vom 13.10.2005 der Ansprechpartnerin im Projekt der Station 61 der Charité CVK

versorgt werden und deshalb keinen Urin sammeln konnten. Bei RKM-Patienten, die einen Katheter gelegt bekommen hatten, wurde die Sammlung durch die Pflegekräfte organisiert⁴, dies wurde aber nicht explizit auf den Laufzetteln dokumentiert. Die Urinsammlung in der Caritas-Klinik beruhte ebenfalls auf der freiwilligen Teilnahme der Patienten, die von den Ärzten und Pflegekräften motiviert wurde.

Wird für eine zukünftige, umfassende Sammlung davon ausgegangen, dass sich alle betroffenen Patienten beteiligen, so könnte auf einer Schwerpunktstation der Charité, basierend auf diesen Ergebnissen, eine durchschnittliche Urinmenge von ca. 18 L von 12 Patienten innerhalb einer Woche gesammelt werden. In der Caritas-Klinik Pankow wären es 6 L Urin von 4 Patienten pro Schwerpunktstation und Woche.

4.1 Erfassungsgrad

Charité Campus Virchow-Klinikum

Im gesamten Untersuchungszeitraum wurden den Patienten der Station 61 der Charité CVK 5.907 g organisches Jod in Form von RKM verabreicht, davon konnten 4.040 g erfasst werden. Berechnungsgrundlage für die praktisch erfasste Jodmenge ist Formel 2. Der Erfassungsgrad wurde nach Formel 4 berechnet. In Tabelle 4-1 ist die Jodbilanz der Station 61 im gesamten Erfassungszeitraum dargestellt.

Tabelle 4-1: Jodbilanz der Station 61 der Charité CVK

Erfassungs- woche	Verabreichtes org. Jod (RKM) der Stat. 61	Erfasstes org. Jod im Urin der Patienten der Stat. 61	Erfassungsgrad der Stat. 61
1. Woche	228,9 g	237,3 g	103,7 %
2. Woche	295,7 g	772,0 g	261,1 %
3. Woche	243,5 g	98,4 g	40,4 %
4. Woche	327,5 g	239,5 g	73,1 %
5. Woche	177,2 g	170,2 g	96,1 %
6. Woche	332,3 g	334,1 g	100,5 %
7. Woche	334,0 g	272,2 g	81,5 %
8. Woche	154,3 g	55,1 g	35,7 %
9. Woche	325,3 g	210,1 g	64,6 %
10. Woche	150,1 g	0,0 g	0,0 %
11. Woche	383,0 g	91,0 g	23,8 %
12. Woche	170,2 g	33,6 g	19,7 %
13. Woche	528,1 g	408,5 g	77,4 %
14. Woche	322,9 g	236,0 g	73,1 %
15. Woche	517,7 g	117,9 g	22,8 %
16. Woche	411,4 g	248,6 g	60,4 %
17. Woche	115,7 g	64,2 g	55,5 %

⁴ Information vom 28.12.2005 der Ansprechpartnerin im Projekt der Station 6 der Caritas-Klinik Pankow

Erfassungs- woche	Verabreichtes org. Jod (RKM) der Stat. 61	Erfasstes org. Jod im Urin der Patienten der Stat. 61	Erfassungsgrad der Stat. 61
18. Woche	485,4 g	200,8 g	41,4 %
19. Woche	266,5 g	186,3 g	69,9 %
20. Woche	137,1 g	63,8 g	46,6 %
Summe	5.906,6 g	4.039,6 g	

Durchschnittlich wurde ein Erfassungsgrad von ca. 58 % erreicht (ohne Berücksichtigung der 2. Untersuchungswoche). Der in der 2. Woche berechnete Erfassungsgrad von über 260 % ist unrealistisch und könnte auf Datenerfassungs- oder Probenfehler zurückgeführt werden. Auch Erfassungsgrade von knapp über 100 % sind unrealistisch. In Abbildung 4-3 sind die verabreichte und erfasste Jodmenge und der Erfassungsgrad der Station 61 grafisch dargestellt.

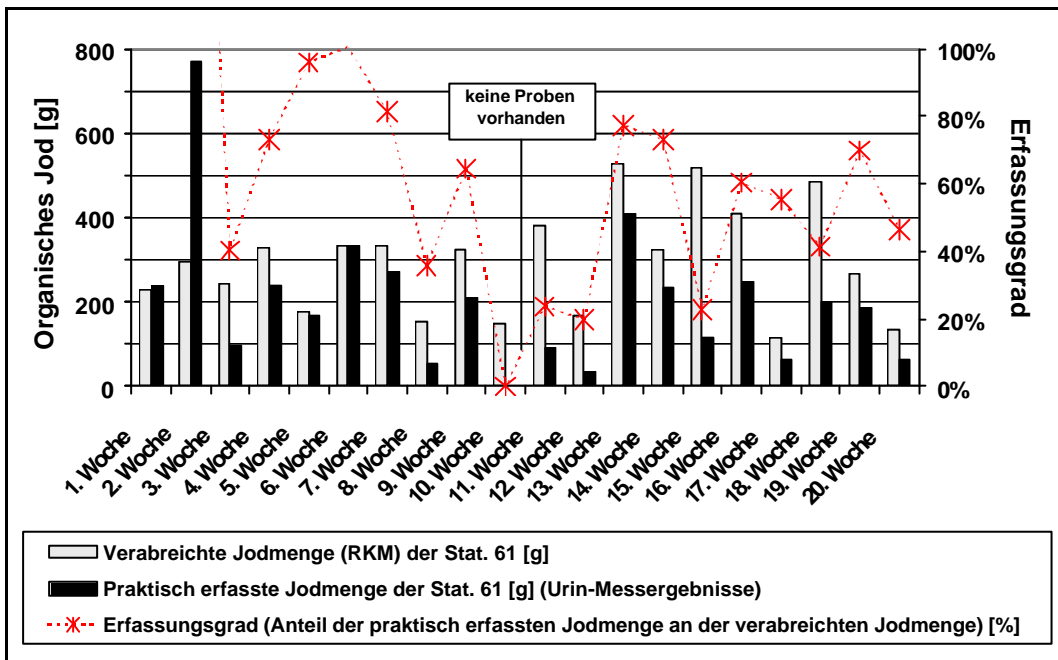


Abbildung 4-3: Verabreichte und erfasste organische Jodmengen der Station 61 der Charité CVK

Die verabreichte Jodmenge der Station 61 in Form von RKM schwankt leicht und liegt im Bereich von 116 - 528 g pro Woche. Es wird deutlich, dass in fast jeder Untersuchungswoche der größte Teil der verabreichten Jodmenge durch die Urinsammlung erfasst wurde. Durchschnittlich konnten pro Woche ca. 172 g organisches Jod erfasst werden (ohne Berücksichtigung der 2. Untersuchungswoche).

Maria Heimsuchung Caritas-Klinik Pankow

Für die Maria Heimsuchung Caritas-Klinik Pankow wurden die Berechnungen der Jodbilanz analog zu den der Charité CVK durchgeführt. Zusätzlich konnte hier aber auch der RKM-Verbrauch im gesamten Krankenhaus berücksichtigt werden. Den Patienten der Station 6 wurden insgesamt 2.087 g organisches Jod in Form von RKM verabreicht, davon konnten

1.160 g erfasst werden. Die Jodbilanz der Station 6 und der Jod-Verbrauch der RKM im gesamten Krankenhaus sind für die Caritas-Klinik Pankow in Tabelle 4-2 dargestellt.

Tabelle 4-2: Jodbilanz der Station 6 und im Krankenhaus verabreichte RKM der Caritas-Klinik Pankow

Erfassungs- woche	Verabreichtes org. Jod (RKM) im Krankenhaus	Verabreichtes org. Jod (RKM) der Stat. 6	Erfasstes org. Jod im Urin der Patienten der Stat. 6	Erfassungs- grad der Stat. 6
1. Woche	376,5 g	79,5 g	78,9 g	99,2 %
2. Woche	426,0 g	127,5 g	14,1 g	11,1 %
3. Woche	336,0 g	52,5 g	47,6 g	90,7 %
4. Woche	387,0 g	147,0 g	95,0 g	64,6 %
5. Woche	342,0 g	96,0 g	63,0 g	65,6 %
6. Woche	558,0 g	213,0 g	62,3 g	29,2 %
7. Woche	417,0 g	105,0 g	0,0 g	0,0 %
8. Woche	285,0 g	90,0 g	26,4 g	29,3 %
9. Woche	528,0 g	90,0 g	36,6 g	40,6 %
10. Woche	675,0 g	96,0 g	52,0 g	54,2 %
11. Woche	399,0 g	159,0 g	69,2 g	43,5 %
12. Woche	564,0 g	120,0 g	38,7 g	32,3 %
13. Woche	327,0 g	0,0 g	0,0 g	0,0 %
14. Woche	516,0 g	51,0 g	312,2 g	612,1 %
15. Woche	693,0 g	150,0 g	111,7 g	74,5 %
16. Woche	474,0 g	30,0 g	0,0 g	0,0 %
17. Woche	585,0 g	102,0 g	18,2 g	17,8 %
18. Woche	591,0 g	60,0 g	28,2 g	47,0 %
19. Woche	519,0 g	180,0 g	87,3 g	48,5 %
20. Woche	568,5 g	138,0 g	18,5 g	13,4 %
Summe	9.567,0 g	2.086,5 g	1.159,8 g	

Durchschnittlich wurde ein Erfassungsgrad von 42 % erreicht (ohne Berücksichtigung der 14. Untersuchungswoche, da der dort berechnete Erfassungsgrad unrealistisch und mit Datenerfassungs- oder Probenfehlern erklärbar ist). Der Erfassungsgrad der Station 6 schwankt stark. Dies ist vor allem auf die Altersstruktur der Patienten zurückzuführen, wie schon im Zusammenhang mit der gesammelten Urinmenge erläutert (siehe Kapitel 4. Maria Heimsuchung Caritas-Klinik Pankow). In Abbildung 4-4 ist die Jodbilanz der Station 6 der Caritas-Klinik Pankow grafisch dargestellt.

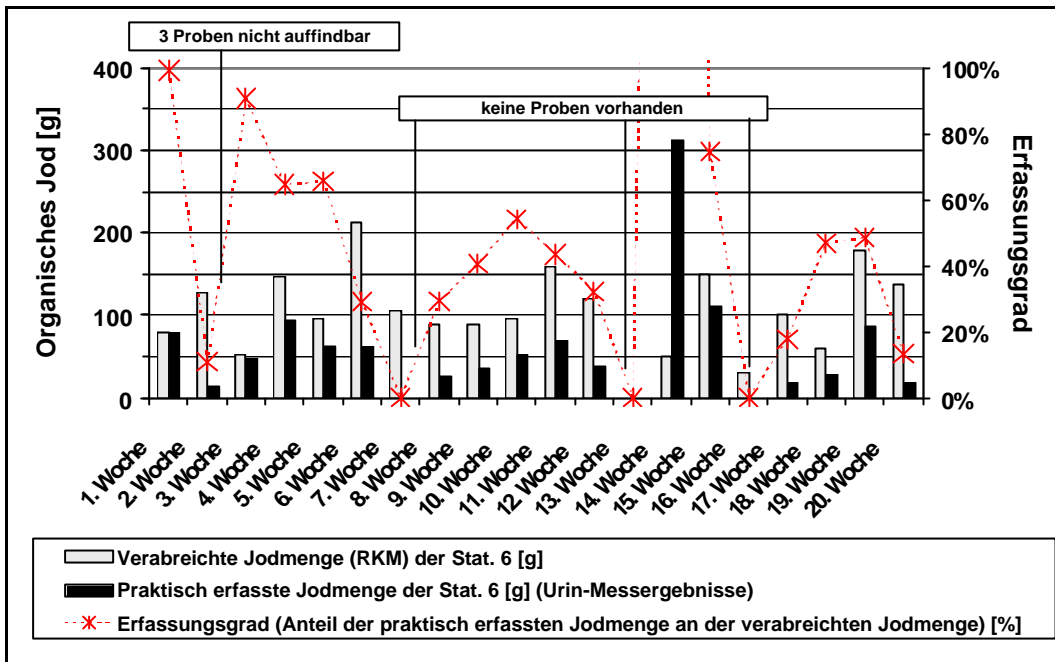


Abbildung 4-4: Verabreichte und erfasste organische Jodmengen der Station 6 der Caritas-Klinik Pankow

Da auf einer Station der Caritas-Klinik weniger Patienten mit Röntgenkontrastmitteln untersucht werden als auf der Station 61 der Charité CVK, sind auch insgesamt geringere Jodmengen im Bereich von 0–213 g pro Woche verabreicht worden. Durchschnittlich konnten auf der Station 6 der Caritas-Klinik pro Woche 45 g Jod zurückgehalten werden (ohne Berücksichtigung der 14. Woche). Der hohe Wert in der 14. Untersuchungswoche ist nicht eindeutig erklärbar. In diesem Zeitraum wurde der Urin von 6 Patienten gesammelt, sonst waren es immer weniger und die gemessene AOI-Konzentration von 33 g/L ist deutlich höher als in den anderen Wochen (siehe auch Abbildungen 4-8 und 4-9). Es könnte sich aber auch um Datenerfassungs- oder Probenfehler handeln.

In der Caritas-Klinik Pankow konnten die Daten der verabreichten RKM des gesamten Krankenhauses ermittelt werden, sie sind in Abbildung 4-5 dargestellt.

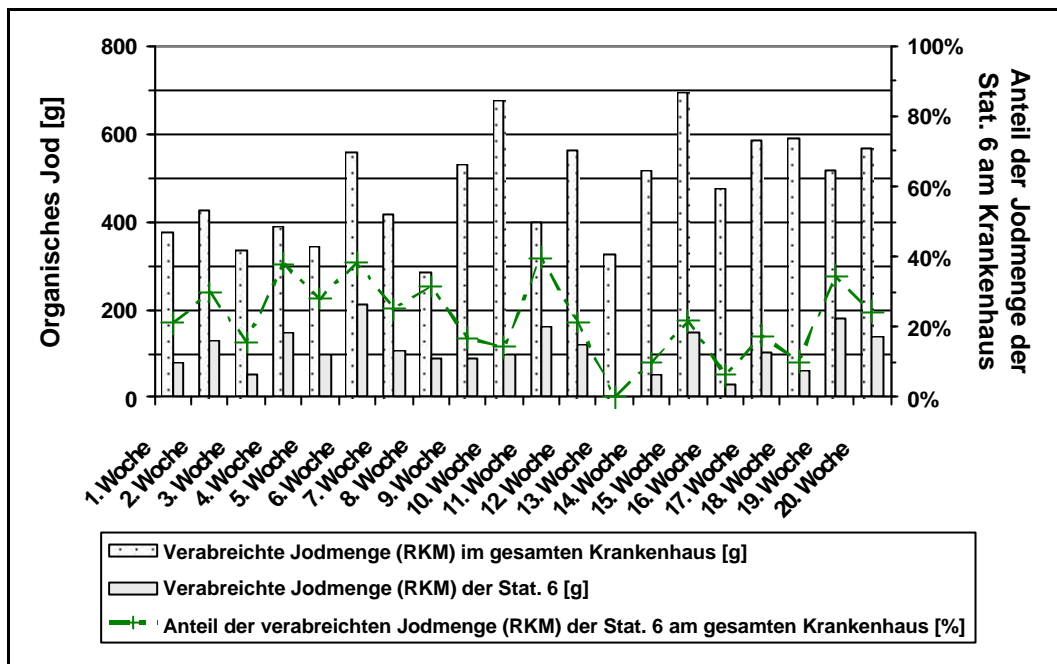


Abbildung 4-5: Verabreichte organische Jodmengen in Form von RKM des gesamten Krankenhauses und der Station 6 der Caritas-Klinik Pankow

Der Anteil der verabreichten Jodmenge der Station 6 am gesamten Krankenhaus beträgt im Untersuchungszeitraum durchschnittlich 22 %. Damit wird die Annahme aus der Machbarkeitsstudie [14] bestätigt, dass es sich um eine Schwerpunktstation für RKM-Untersuchungen im Krankenhaus handelt und die Richtigkeit der Auswahl dieser Station für die Durchführung der Testphase. In der Machbarkeitsstudie wurde der Jodanteil der Station 6 am gesamten Krankenhaus mit 24 % abgeschätzt.

4.2 Jodkonzentration im Urin

Die Jodkonzentration im 24-Stundenurin der Patienten die mit RKM untersucht wurden, wird mit 20 – 60 g/L angegeben [24]. In einer Veröffentlichung wird auch von einer Konzentration im Urin von bis zu 70 g/L Jod berichtet [11]. Die durchschnittlich im Urin gemessene AOI-Konzentration beider Krankenhäuser im 20-wöchigen Untersuchungszeitraum betrug ca. 18 g/L und unterschreitet somit gering die Literaturwerte. Pro Patient wurden im Durchschnitt in beiden Krankenhäusern ca. 27 g Jod durch RKM verabreicht.

Charité Campus Virchow-Klinikum

In Abbildung 4-6 sind die AOI-Ergebnisse der wöchentlichen Urinproben der Patienten der Charité CVK dargestellt. Der durchschnittliche AOI betrug 19,8 g/L.

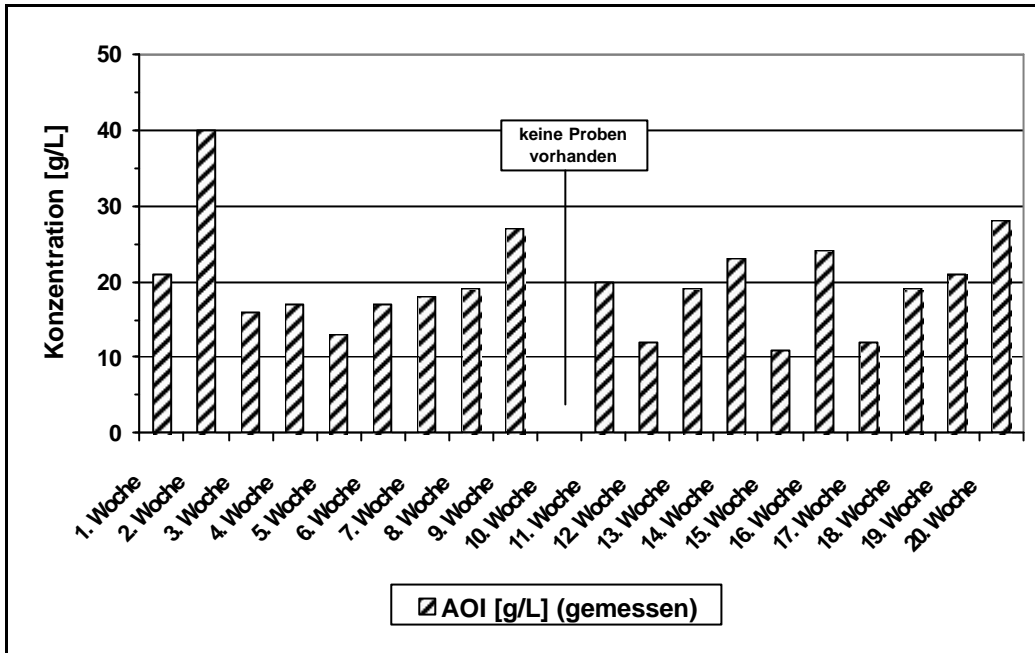


Abbildung 4-6: AOI-Konzentrationen pro Woche im Urin der Patienten der Station 61 der Charité CVK

Die AOI-Konzentrationen schwanken zwischen 11 und 40 g/L, wobei es sich bei dem Maximalwert, im Vergleich zu den anderen Messwerten um einen Ausreißerwert handelt. Insgesamt betrachtet sind die AOI-Konzentrationen im Urin relativ gleichmäßig verteilt.

Die im 20-wöchigen Untersuchungszeitraum ermittelten AOX-Konzentrationen des Urins der Patienten der Charité CVK sind in Abbildung 4-7 dargestellt. In diesem Diagramm ist auch der AOI, der auf die relative Atommasse von Chlor bezogen wurde (siehe Formel 1), abgebildet.

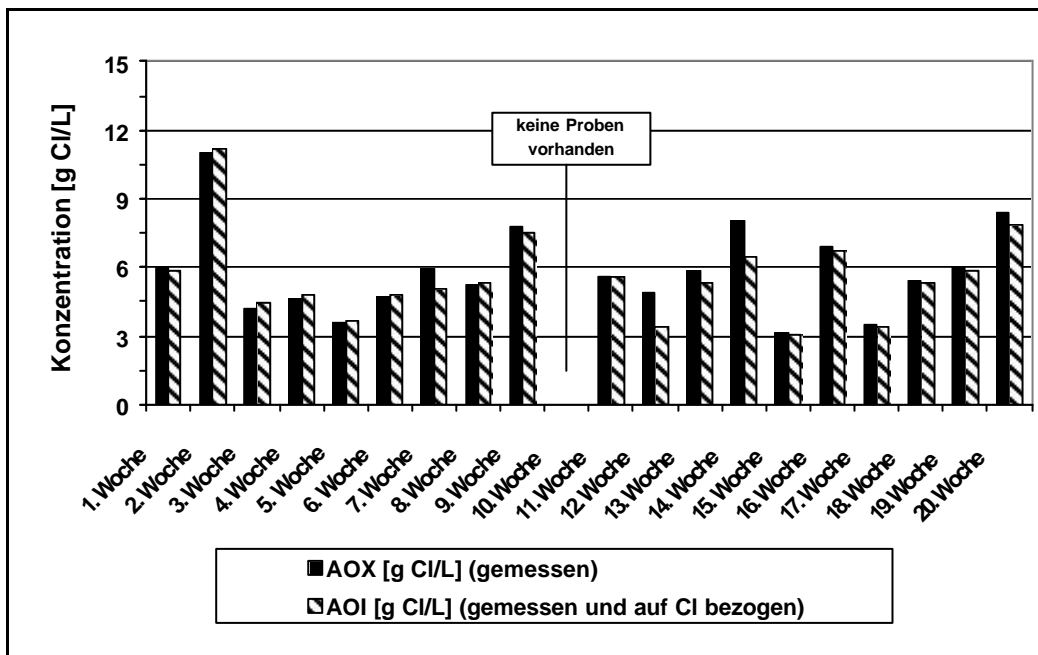


Abbildung 4-7: Konzentration von AOX und AOI pro Woche im Urin der Patienten der Station 61 der Charité CVK

Es wird deutlich, dass die AOX-Konzentration im Urin der Patienten fast ausschließlich auf die jodorganischen RKM zurückzuführen ist. Die bei einigen Wochenproben leicht höheren AOI-Werte als die AOX-Konzentrationen liegen im Bereich der analytischen Genauigkeit. Der Mittelwert des AOX im Urin der Patienten betrug 5,8 g/L.

Maria Heimsuchung Caritas-Klinik Pankow

In Abbildung 4-8 ist der AOI-Konzentrationsverlauf der wöchentlichen Urinproben der Patienten der Caritas-Klinik Pankow dargestellt. Der durchschnittliche AOI im Urin betrug 15,6 g/L.

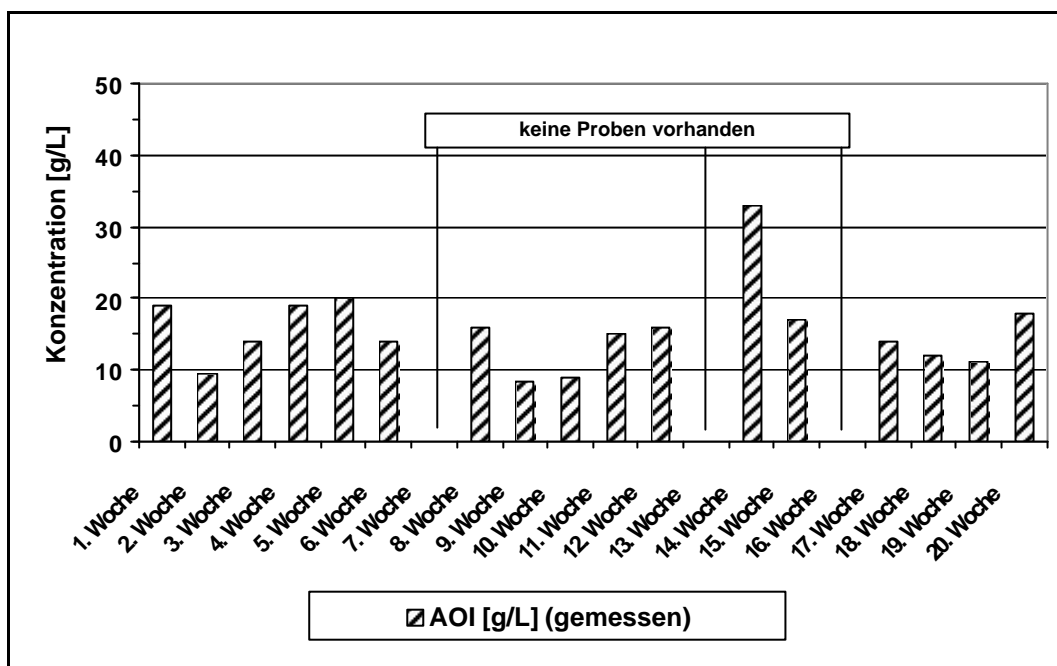


Abbildung 4-8: AOI-Konzentrationen pro Woche im Urin der Patienten der Station 6 der Caritas-Klinik Pankow

Der minimale gemessene AOI betrug 8,5 g/L, maximal wurden 33 g/L gemessen. Trotz dieser Schwankungsbreite ist die Konzentration relativ gleichmäßig verteilt. Der hohe Konzentrationswert der 14. Woche ist auffällig aber nicht eindeutig erklärbar. Es ist nur bekannt, dass in dieser Untersuchungswoche 6 Patienten an der Sammlung teilnahmen, sonst waren es immer weniger.

In Abbildung 4-9 ist der Verlauf des AOX und des auf Chlor bezogenen AOI im Untersuchungszeitraum dargestellt.

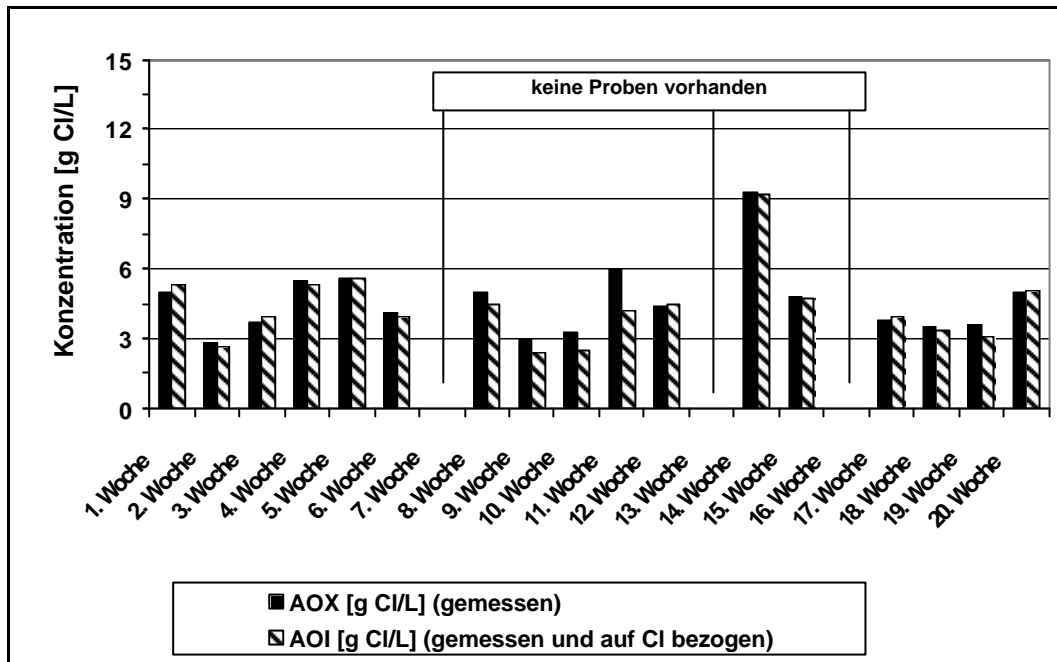


Abbildung 4-9: Konzentration von AOX und AOI pro Woche im Urin der Patienten der Station 6 der Caritas-Klinik Pankow

Auch in der Caritas-Klinik sind die AOX-Konzentrationen des Patientenurins auf den organischen Jodgehalt der RKM zurückzuführen. Die bei wenigen Proben leicht höheren AOI-Konzentrationen über dem AOX liegen im Bereich der analytischen Genauigkeit. Der Mittelwert des AOX im Urin betrug 4,6 g/L.

4.3 Personalakzeptanz

Von den Mitarbeitern der Krankenhäuser waren speziell die Ärzte und das Pflegepersonal der ausgewählten Stationen intensiv an der Durchführung der Testphase beteiligt, da sie mit den Patienten in direktem Kontakt standen. Die Auswertung der Akzeptanzuntersuchungen wird in den folgenden Kapiteln für beide Krankenhäuser gemeinsam dargestellt. Im Anhang 11.6 ist die Auswertung der Fragebögen für die Charité CVK und die Caritas-Klinik Pankow separat dokumentiert.

4.3.1 Ärzte

Den Ärzten kam innerhalb des Projektes die spezielle Aufgabe zu, die Patienten vor der Röntgenuntersuchung über die Urinsammlung aufzuklären und ihre Einverständniserklärung einzuholen. Dies war im Rahmen der zur Behandlungsroutine gehörenden Information und Aufklärung der Patienten über die Röntgenuntersuchung vorgesehen. Zum Teil wurden die Ärzte bei dieser Aufgabe auch von den Pflegekräften der Station unterstützt.

Im Laufe der Testphase wurden die beteiligten Ärzte beider Krankenhäuser mit Hilfe von Fragebögen um eine Bewertung des Projektes gebeten. Die Angaben von 12 Stations- und Radiologieärzten konnten in beiden Krankenhäusern ermittelt werden und sind in Tabelle 4-3 zusammengefasst.

Tabelle 4-3: Auswertung der Fragebögen für die Ärzte beider Krankenhäuser

Anzahl der Ärzte, die die FB abgegeben haben:		12		
Frage 1: Reicht der veranschlagte Arbeitsaufwand von 5 min/Pat. für Information und Abstimmung aus?				
Arbeitsaufwand von 5 min/Pat. ist ausreichend		8		
Arbeitsaufwand von 5 min/Pat. ist NICHT ausreichend		4		
bei NEIN - Wie hoch war Ihr Arbeitsaufwand [min/Pat.]?				
	Information + Abstimmung	Sonstiges: Informationsaufwendigkeit		
Mittelwerte	5,6	9,8		
Frage 2: Wie bewerten Sie die eingesetzten Informationsmaterialien hinsichtlich Erforderlichkeit und Ausführung?				
	erforderlich	nicht erforderlich		
Informationsanweisung Ärzte	11	1		
Informationsblatt Patient	12	0		
Laufzettel	12	0		
Ausführung der Info-Materialien	ungeeignet	geeignet	ideal	
Informationsanweisung Ärzte	0	12	0	
Informationsblatt Patient	0	12	0	
Laufzettel	0	12	0	
Frage 3 - Wie schätzen Sie die Akzeptanz der getrennten Erfassung durch die Patienten ein?				
Anteil [%]	keine Akzeptanz	geringe Akzeptanz (großer Aufwand)	gute Akzeptanz (vertretbarer Aufwand)	volle Akzeptanz
Mittelwerte	22	15	37	28
Frage 4 - Wie schätzen Sie Ihre Akzeptanz der getrennten Erfassung durch die Ärzte ein?				
Anteil [%]	keine Akzeptanz	geringe Akzeptanz (großer Aufwand)	gute Akzeptanz (vertretbarer Aufwand)	volle Akzeptanz
Mittelwerte	0	13	87	0
Frage 7 - Können Sie sich vorstellen, dass eine Urinsammlung auch auf anderen Stationen möglich ist?				
JA	9			
NEIN	0			
Mit der gleichen Vorgehensweise?				
JA	9			
NEIN	0			

Zusätzlich wurden die Ärzte in Frage 5 nach Aspekten befragt, die ihre Akzeptanz der getrennten Urinsammlung oder die der Patienten einschränke. Die Ärzte der Charité CVK gaben folgende einschränkende Argumente an:

- zusätzlicher Zeitaufwand
- Arbeitsaufwand durch die Organisation der Urinsammlung
- dokumentatorischer Aufwand.

Die Frage 6, nach Maßnahmen zur Verbesserung der getrennten Urinsammlung, beantwortete kein Arzt. Von den insgesamt 12 Ärzten, die ihre Einschätzung des Projektes durch die Fragebögen deutlich gemacht haben, beantworteten 9 Ärzte die Frage nach ihrer eigenen Akzeptanz der getrennten Urinsammlung. Die Auswertung ist in Abbildung 4-10

dargestellt. Nach dieser Befragung kann von einer Unterstützung des Erfassungskonzeptes durch die Ärzte ausgegangen werden.

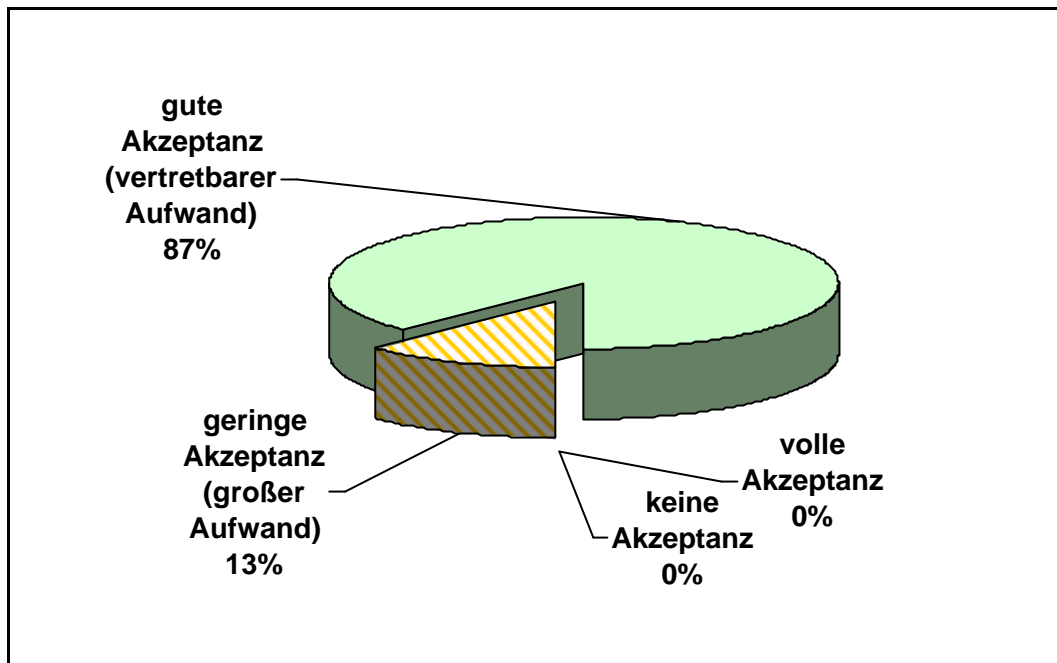


Abbildung 4-10: Akzeptanz der Ärzte beider Krankenhäuser der getrennten Urinsammlung

Auf der Station 61 der Charité CVK wurde über einen Zeitraum von ca. 5 Wochen (8. bis 12. Woche im Projekt) im Vergleich zum sonstigen Erfassungszeitraum nur wenig Urin gesammelt. Dies ist darauf zurückzuführen, dass es in dieser Zeit verstärkt zu Ablehnungen seitens der Patienten gekommen ist. In einer Woche in diesem Zeitraum wurden die Patienten nicht von dem Stationsarzt aufgeklärt, da er dieses Projekt nicht unterstützte⁵. Dies war aber nur ein Einzelfall. Teilweise wurde die Aufklärung auch durch schichtübergreifende Schwierigkeiten behindert, da die Stationsärzte erst ab ca. 8:30 Uhr die Patienten über die getrennte Urinsammlung informieren konnten und einige Patienten schon vorher radiologisch untersucht wurden. Soweit es möglich war, wurden die Patienten in diesem Fall von den Pflegekräften der Station über die Urinsammlung aufgeklärt⁶.

In der Caritas-Klinik Pankow konnte in der Testphase innerhalb von 3 Wochen kein Patientenurin gesammelt werden. Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, dass in einer Woche keine Patienten der Station 6 mit Röntgenkontrastmitteln untersucht wurden und auch darauf, dass in dieser Zeit wenige oder nur demente Patienten mit RKM untersucht wurden. Auch können betroffene Patienten die Sammlung abgelehnt haben. In der Informationsveranstaltung zum Projekt am 10.08.2005 erwähnten die Ärzte der Caritas-Klinik das Gegenargument, dass eine erhöhte Jodkonzentration in Berliner Gewässern nicht schädlich sein könne, da hier ein Jodmangelgebiet sei. Dazu ist anzumerken, dass in den Röntgenkontrastmitteln nur organische Jodverbindungen enthalten sind. Drei Jodatome sind stabil an das Benzolgerüst gebunden. Vorbeugende Gesundheitsmaßnahmen, um

⁵ Information vom 13.10.2005 der Ansprechpartnerin im Projekt der Station 61 der Charité CVK

⁶ Information vom 27.10.2005 der Ansprechpartnerin im Projekt der Station 61 der Charité CVK

Fehlfunktionen der Schilddrüse zu verhindern, werden mit Jod in anorganischer Verbindung durchgeführt, so zum Beispiel die Jodierung des Speisesalzes.

Im Laufe der Testphase wurde deutlich, dass zusätzliche Aufgaben immer eine Belastung darstellen. Insbesondere die Klinik-Ärzte haben neben der Arbeit am Patienten umfangreiche dokumentatorische Aufgaben zu bewältigen. Die Akzeptanz der Ärzte war, im Vergleich zu den anderen Krankenhausmitarbeitern am schwersten zu erreichen.

4.3.2 Pflegepersonal

Das Pflegepersonal der Stationen übernahm in dem Projekt die wichtige Aufgabe der Organisation der Urinsammlung. Die meisten Pflegekräfte standen der getrennten Sammlung sehr aufgeschlossen gegenüber und waren hoch motiviert. In Tabelle 4-4 sind die Ergebnisse der Befragung des Pflegepersonals beider Krankenhäuser dargestellt.

Tabelle 4-4: Auswertung der Fragebögen für das Pflegepersonal beider Krankenhäuser

Anzahl der Pflegekräfte, die die FB abgegeben haben:		25							
Frage 1 - Wie hoch schätzen Sie Ihren zusätzlichen Arbeitsaufwand pro Patient [min]?									
	Zeitaufwand für mobile Patienten [min/Patient]				Zeitaufwand für nicht mobile Patienten [min/Patient]				
	Information und Abstimmung	Unterstützung bei der Urinsammlung	Ein-sammlung der Behälter	Sonstiges: z.B. Dokumentation	Information und Abstimmung	Unterstützung bei der Urinsammlung	Ein-sammlung der Behälter	Sonstiges: z.B. Dokumentation	
Minimum Charité CVK	4	2	2	0	5	4	2	0	
Maximum Charité CVK	10	20	15	10	15	30	15	10	
Minimum Caritas-Klinik	2	0	2	0	2	4	2	0	
Maximum Caritas-Klinik	10	15	6	0	30	120	6	0	
Mittelwert beider KH	6	6	5	2	12	29	5	2	

Frage 2 - Wie bewerten Sie die Eignung der eingesetzten Erfassungsbehälter?				
befragte Personen: 25				
	völlig ungeeignet	problematisch	praktikabel	ideal
Hygiene + Geruch	0	3	10	12
Urinerfassung bei mobilen Patienten	0	2	15	8
Urinerfassung bei nicht mobilen Patienten	0	3	14	8
Bereitstellung zur Entsorgung	0	0	16	9

Frage 3 - Wie bewerten Sie den Entsorgungsrhythmus?	
zu häufige Entsorgung	1
Entsorgungsrhythmus ist angemessen	21,5
zu seltene Entsorgung	1,5

Frage 4: Wie bewerten Sie die eingesetzten Informationsmaterialien?				
	erforderlich	nicht erforderlich		
Informationsanweisung Pflege	25	0		
Informationsblatt Patient	24	0		
Laufzettel	24	0		
Kennzeichnungssystem für Bett	22	2		
Ausführung der Info-Materialien				
	ungeeignet	geeignet	ideal	
Informationsanweisung Pflege	0	15	9	
Informationsblatt Patient	0	13	12	
Laufzettel	1	14	10	
Kennzeichnungssystem für Bett	1	10	14	
Frage 5 - Wie schätzen Sie die Akzeptanz der getrennten Urinsammlung durch die Patienten ein?				
Anteil [%] (einzelne Mitarbeiter gaben Prozentwerte über 100% an)	keine Akzeptanz	geringe Akzeptanz (großer Aufwand)	gute Akzeptanz (vertretbarer Aufwand)	volle Akzeptanz
Mittelwerte	4	9	51	48
Frage 6 - Wie bewerten Sie Ihre Akzeptanz der getrennten Urinsammlung?				
Anteil [%]	keine Akzeptanz	geringe Akzeptanz (großer Aufwand)	gute Akzeptanz (vertretbarer Aufwand)	volle Akzeptanz
Mittelwerte	0	13	62	25
Frage 9 - Können Sie sich vorstellen, dass eine Urinsammlung auch auf anderen Stationen möglich ist?				
JA	24			
NEIN	1			
Mit der gleichen Vorgehensweise?				
JA	22			
NEIN	2			

Durch die getrennte Urinsammlung kam es zu einem zusätzlichen Arbeitsaufwand des Pflegepersonals am Tag der Untersuchung mit RKM. Für mobile Patienten wurde insgesamt ein durchschnittlicher Zeitaufwand von 19 min pro Patient und für nicht mobile Patienten von 48 min pro Patient angegeben. In Kapitel 7.1.3 ist der detaillierte Zeitaufwand des Pflegepersonals für jedes Krankenhaus separat aufgeführt. Der hohe Zeitaufwand für die nicht mobilen Patienten, insbesondere bei der Unterstützung der Urinsammlung und auch der Information und Abstimmung, resultiert daraus, dass diese Patienten häufig sehr alt sind und teilweise unter Inkontinenz oder Demenz leiden. Nachträgliche Befragungen⁷ des Stationspersonals ergaben, dass die Tätigkeiten, die zur Unterstützung bei der Urinsammlung der mobilen Patienten nötig sind, schon explizit erwähnt wurden. Die eingesetzten mobilen Urinbehälter wurden hauptsächlich als praktikabel und ideal bewertet,

⁷ ausführliche Beschreibung innerhalb der Kostenbetrachtungen in Kapitel 7.1.3

insbesondere auch bezüglich von Hygiene und Geruch. Von keinem Mitarbeiter wurden sie als völlig ungeeignet eingeschätzt. Der Entsorgungsrhythmus wurde von ca. 90 % der Pflegekräfte als angemessen bezeichnet. Die eingesetzten Informationsmaterialien wurden von dem Großteil der Befragten als erforderlich und als geeignet bzw. ideal bewertet. In Abbildung 4-11 ist die Akzeptanz der getrennten Urinsammlung des Pflegepersonals beider Krankenhäuser dargestellt.

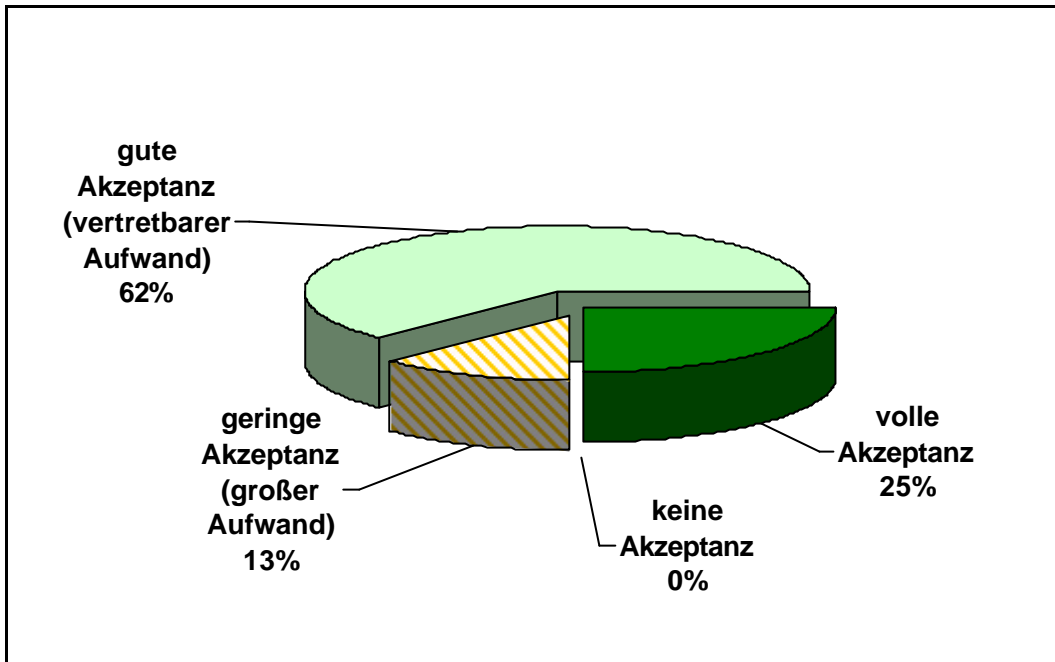


Abbildung 4-11: Akzeptanz des Pflegepersonals beider Krankenhäuser der getrennten Urinsammlung

Insgesamt unterstützten rund 87 % der Pflegekräfte das Projekt mit guter und voller Akzeptanz. Weiterhin wurden die Pflegekräfte nach Aspekten gefragt, die ihre Akzeptanz oder die der Patienten einschränken. Die genannten Punkte werden im Folgenden aufgeführt:

- schlechte Akzeptanz bei dementen Patienten
- schlechte oder keine Dokumentation (Laufzettel) durch die Radiologie
- einige Patienten benutzen ungern ein Steckbecken, die Motivation dieser Patienten ist aufwendig
- teilweise ungenügende Aufklärung durch die Ärzte.

Seitens des Pflegepersonals wurden auch folgende Verbesserungsvorschläge genannt, um die getrennte Urinsammlung zu verbessern:

- bessere Information der Radiologiemitarbeiter, um mehr Unterstützung zu erhalten
- Urinsammlung nur bei Männern durchführen, da sie kein Steckbecken benutzen müssen, oder nur Urinsammlung bei Frauen mit einem Dauerkatheter.

Für die Pflegekräfte der Krankenhäuser gehört die Urinsammlung mit mobilen Behältern zur Krankenhausroutine. Erschwerend im Projekt war vor allem der dokumentatorische Aufwand durch die Laufzettel und Fragebögen. Das Pflegepersonal unterstützte das Projekt hoch motiviert.

4.3.3 Radiologiemitarbeiter

Den Radiologiemitarbeitern kam die Aufgabe zu, auf den Laufzetteln das Untersuchungsdatum und die Zeit der RKM-Injektion zu notieren. Weiterhin sollte auf den Laufzetteln der Charité CVK auch die RKM-Art und –Menge vermerkt werden. Da das Personal der Radiologie nur indirekt mit der Urinsammlung in Berührung kam, wurden sie nicht explizit zu ihrer Akzeptanz der getrennten Urinsammlung befragt. Insgesamt beantworteten 7 Radiologiemitarbeiter, 2 der Charité CVK und 5 der Caritas-Klinik Pankow, die Fragebögen, deren Auswertung in Tabelle 4-5 dargestellt ist.

Tabelle 4-5: Auswertung der Fragebögen für die Radiologiemitarbeiter beider Krankenhäuser

Anzahl der Mitarbeiter, die die FB abgegeben haben:		7	
Frage 1: Gab es einen zusätzlichen Arbeitsaufwand im Zusammenhang mit der getrennten Sammlung von Urin der CT- und Angiographiepatienten?			
Mehraufwand war gegeben		3	
Mehraufwand war NICHT gegeben		4	
Tätigkeiten, die zum Mehraufwand führten (Mittelwerte)			
Angaben von 3 Mitarbeitern			
	Dokumentation	Koordination	ohne konkrete Tätigkeitsangabe
min/Woche	45	30	-
min/Pat.	-	-	3
Frage 2: Wie bewerten Sie die eingesetzten Informationsmaterialien hinsichtlich Erforderlichkeit und Ausführung?			
	erforderlich	nicht erforderlich	
Informationsblatt Patient	5	0	
Laufzettel	3	1	
	ungeeignet	geeignet	ideal
Informationsblatt Patient	0	3	0
Laufzettel	0	2	0
Frage 3: Sind Probleme z.B. in Bezug auf die Kommunikation Station - Radiologie aufgetreten? Wenn ja welche? (konkrete Angaben von 4 Mitarbeitern)			
<ul style="list-style-type: none"> - zweimal Angabe, dass keine Probleme aufgetreten sind - es fehlen Mitteilungen und die Bögen - die Laufzettel sind nicht immer bei den Patienten 			

Ein wichtiger Aspekt der Befragung war, ob es durch die getrennte Urinsammlung zu einem zusätzlichen Arbeitsaufwand kam. Vier Mitarbeiter verneinten diese Frage und drei der Befragten gaben an, dass es zu einem zusätzlichen Arbeitsaufwand kam. In der Radiologie der Charité CVK wurden für die Dokumentation und Koordination durchschnittlich 30 – 45 Minuten pro Woche benötigt. In der Caritas-Klinik wurden zum Zeitpunkt der Befragung, nur sehr wenige Patienten der Station 6 mit RKM untersucht. Bei einer höheren Patientenanzahl könnte auch der Arbeitsaufwand höher eingeschätzt werden als in dieser Umfrage. Weiterhin wurden die Mitarbeiter zu Verbesserungsvorschlägen der getrennten Urinsammlung befragt, die aber nicht konkretisiert wurden.

4.3.4 Beauftragte für Hygiene und Umweltschutz

Am 07.12.2005 wurden die Beauftragten für Hygiene und Umweltschutz der Krankenhäuser zu ihrer Einschätzung der Testphase und der gewählten Methodik befragt.

In der Charité CVK wurde das Gespräch mit der Umweltschutz- und Abfallbeauftragten und dem Leiter der Abfallwirtschaft geführt. Die Beauftragte für Umweltschutz und Abfall war weniger in die praktische Projektphase integriert, so dass sie das Projekt global beurteilte. Der Entsorgungsrhythmus wurde insgesamt als angemessen betrachtet, sowohl von der Station zum Kühlraum, der in der Regel täglich stattfand, als auch der Entsorgungszyklus vom Kühlraum zum Restabfall, der im Untersuchungszeitraum eine Woche betrug. Dieser Zeitraum wurde gewählt, um eine wöchentliche Probennahme zu ermöglichen. Die eingesetzten Behälter und Transportkisten sowie ihre Größe wurden als gut handhabbar eingeschätzt. Kritisch wurde angemerkt, dass bei der Entsorgung als Restabfall ein weiterer Stoff, das Geliermittel, extra hinzugefügt wird, nur um das Material zu entsorgen. Die Entsorgung als Sonderabfall, wurde als E-Abfall (Ethischer Abfall) realisiert. Der zweiwöchige Abholzyklus ist angemessen und müsste bei einer umfassenderen Umsetzung mit dem Anfall abgestimmt werden. Für eine mögliche zukünftige Entsorgung als Sonderabfall ist es ungünstig, dass eine doppelte Verpackung des Urins durch die mobilen Urinbehälter und die Sonderabfallbehälter gewählt wird. Langfristig sollten für diesen Entsorgungsweg neue Behälter konzipiert werden. Prinzipiell ist auch die Sonderabfallentsorgung, die auf der Verbrennung der Stoffe beruht, negativ zu betrachten, da hier eine wässrige Phase mit hohem Energieaufwand verbrannt wird.

Um abschätzen zu können, inwiefern weitere jodhaltige Mittel für den Abwasserpfad relevant sind, wurden die Interviewpartner nach weiteren potentiellen Jodquellen befragt. In der Charité CVK werden keine jodhaltigen Desinfektionsmittel verwendet. Medikamentenreste werden dem Abfall zugeführt bzw. der Apotheke zurückgegeben.

In der Caritas-Klinik Pankow wurde das Gespräch mit der Hygieneschwester, die gleichzeitig auch Abfallbeauftragte ist, geführt. Innerhalb der Testphase war sie eine wichtige Ansprechpartnerin und intensiv am Projekt beteiligt. Die eingesetzten mobilen Urinbehälter sind nach ihrer Einschätzung hinsichtlich der Hygiene und Geruchsentwicklung geeignet. Der Stellplatz im unreinen Arbeitsraum wird als praktikabel erachtet. Die interne Ver- und Entsorgungslogistik ist ideal organisiert und auch die Bereitstellung zur Entsorgung in der Restmüllpresse wird als ideal bezeichnet. Eine Entsorgung des Urins als Sonderabfall wurde in der Caritas-Klinik, aufgrund der geringen anfallenden Mengen nicht durchgeführt. Der Ver- und Entsorgungsrhythmus wird als angemessen bezeichnet. Damit ist sowohl der Entsorgungszyklus von der Station in den Lagerraum, als auch die Bereitstellung vom Lagerraum zur Restabfallentsorgung berücksichtigt worden. Beide Entsorgungszyklen wurden in der Regel wöchentlich durchgeführt. Eine Möglichkeit die getrennte Sammlung von RKM-haltigem Urin zu verbessern, besteht in der öfter zu wiederholenden Motivation der Ärzte, da sie den größten Einfluss auf die Patienten haben. Insgesamt müsste die Kommunikation der beteiligten Mitarbeiter untereinander verbessert werden.

Auch hier wurde erfragt, ob es weitere Jodquellen im Krankenhaus gebe. Potentielle Quellen sind bei jodhaltigen Hautdesinfektionsmitteln und Salben zu suchen, die aber für den

Abwasserpfad weniger relevant sind. In der Rettungsstelle und im OP werden jodhaltige Desinfektionsmittel verwendet, wie Betaisodona und Betaseptik. Da nach einer Operation die Wunden eine gewisse Zeit nicht mit Wasser in Berührung kommen, kann das Jod nicht abgewaschen werden. Geringe flüssige Restmengen werden in Schalen aufgefangen und über einen Ausguss entsorgt. Anfallende Tupfer werden dem Restmüll zugeführt. Exakte Daten über den Verbrauch und Verbleib der jodhaltigen Desinfektionsmittel können im Rahmen dieses Projektes nicht erhoben werden. Nach Einschätzung der Beauftragten für Hygiene und Abfall ist diese Emissionsquelle als gering zu betrachten.

4.4 Patientenakzeptanz

Insgesamt haben in der Charité CVK 137 und in der Caritas-Klinik 44 Patienten an der Urinsammlung im gesamten Erfassungszeitraum teilgenommen. Das sind 59 % der Patienten der Station 61 der Charité CVK die mit RKM in der Radiologie untersucht wurden. In der Caritas-Klinik nahmen 60 % der betroffenen Patienten der Station 6 an der Urinsammlung teil.

Um die eingesetzten Informationsmaterialien, die Sammelbehälter und die Akzeptanz der Patienten bewerten zu können, wurden für beide Krankenhäuser identische Fragebögen erstellt, die den Patienten vom Pflegepersonal der Stationen ab Anfang September 2005 ausgehändigt wurden. Die Patientenbefragung wurde innerhalb des gesamten Erfassungszeitraumes bis einschließlich Dezember 2005 durchgeführt. In der Charité CVK beantworteten 32 Patienten die Fragen, in der Caritas-Klinik waren es 16. In Tabelle 4-6 sind die Antworten der 48 Patienten gemeinsam dargestellt. Die Fragen wurden größtenteils vollständig beantwortet.

Tabelle 4-6: Auswertung der Patientenfragebögen

Auswertung der Patientenfragebögen aller Patienten beider Krankenhäuser	
Anzahl der Patienten, die die FB abgegeben haben:	48
Frage 1 - Mobilitätsgrad der Patienten	
mobil (selbstständige Urinerfassung)	35
nicht mobil (Unterstützung durch das Pflegepersonal)	13
Frage 2 - Geschlecht der Patienten	
männlich	28
weiblich	20
Frage 3 - Mit welchen Sammelbehältern wird der Urin erfasst?	
Sammelbehälter 2L	26
Steckbecken	7
Urinflasche	18
Sonstiges: Uringlas	1

Frage 4 - Wie bewerten Sie die eingesetzten Sammelbehälter?				
völlig ungeeignet		1		
problematisch		2		
praktikabel		23		
ideal		17		
Ergänzung zu Frage 3 und 4 - Bewertung der 2L Sammelbehälter				
Anzahl der Patienten, die mit diesen Behältern den Urin sammeln:				26
Anzahl der Patienten, die die 2L Sammelbehälter nicht bewerteten:				3
Sammelbehälter 2L	völlig ungeeignet	problematisch	praktikabel	ideal
männliche Patienten	0	0	6	6
weibliche Patienten	0	2	5	4
Frage 5 - Wie bewerten Sie die eingesetzten Info-Materialien hinsichtlich Erforderlichkeit und Ausführung?				
(nicht alle Patienten haben die Fragen vollständig beantwortet)				
a)		erforderlich	nicht erforderlich	
Einverständniserklärung		33	3	
Informationsblatt Patient		26	1	
Kennzeichnungssystem für Bett		18	5	
b)		ungeeignet	geeignet	ideal
Einverständniserklärung		0	27	10
Informationsblatt Patient		0	20	10
Kennzeichnungssystem für Bett		3	10	11
Frage 6 - Wie bewerten Sie Ihre Akzeptanz der getrennten Urinsammlung?				
Anzahl der Patienten ohne Angabe: 3				
Anteil [%]	keine Akzeptanz	geringe Akzeptanz (großer Aufwand)	gute Akzeptanz (vertretbarer Aufwand)	volle Akzeptanz
Mittelwert	0	3	72	25
Frage 7 - Was sind die Gründe für Ihre Teilnahme an der Sammlung von Urin?				
Entlastung der Umwelt		41		
Anordnungen von Arzt und Pflege wurden nicht hinterfragt		4		
Sonstiges: Test		1		

Der in Frage 1 erfragte Mobilitätsgrad der Patienten gibt kein repräsentatives Bild der Patienten die mit Röntgenkontrastmitteln untersucht wurden, wieder. Er bezieht sich nur auf die Patienten, die die Fragebögen ausgefüllt haben. Insgesamt benötigten die meisten Patienten nach Angaben der Pflegekräfte auf den Laufzetteln Unterstützung bei der Urinsammlung. Auch wurde das in Frage 2 erfragte Geschlecht der Patienten nur von den Patienten ermittelt, die die Fragebögen ausgefüllt haben, insbesondere für Frauen ist es interessant für die Bewertung der Eignung der eingesetzten mobilen Urinbehälter. Unter 3. wurde von den Patienten erfragt, mit welchem Behälter die Urinsammlung erfolgte. Hauptsächlich wurden die mobilen Urinbehälter (siehe Abbildung 31) verwendet, neben Urinflaschen und Steckbecken. Sehr wenige Patienten nutzten zur Sammlung verschiedene

Behälter. 26 der befragten Patienten gaben an, dass sie zur Urinsammlung die mobilen Behälter verwendeten. Die Bewertung der Behälter erfolgte durch Ankreuzen der Kriterien: völlig ungeeignet, problematisch, praktikabel und ideal. Die Bewertungsergebnisse von 23 Patienten beider Krankenhäuser sind in Abbildung 4-12 dargestellt.

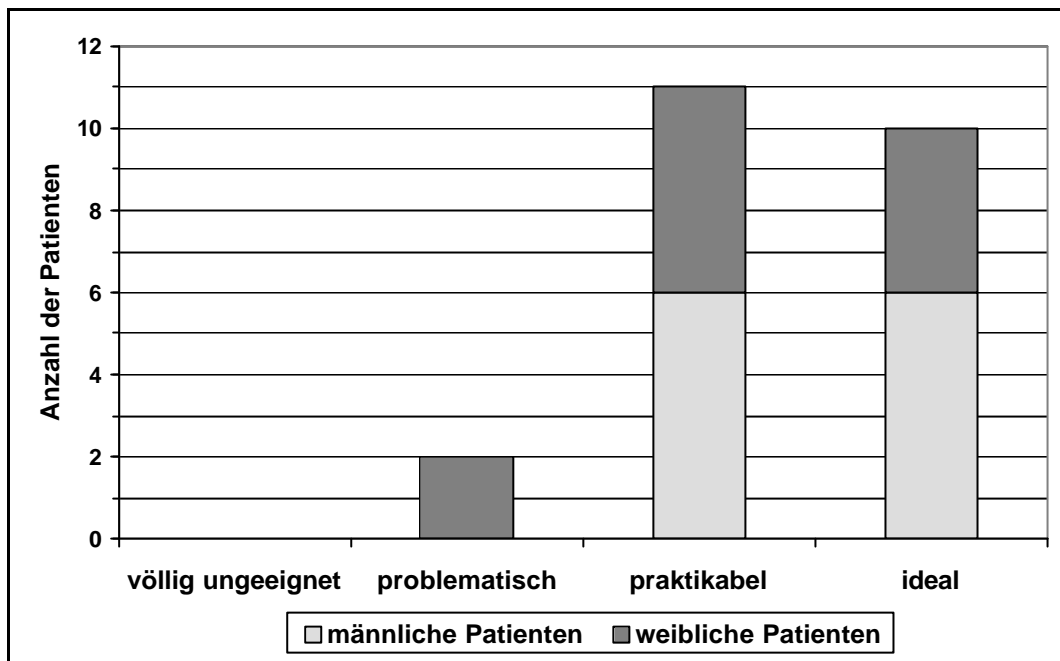


Abbildung 4-12: Bewertung der Eignung der mobilen Urinbehälter zur Urinsammlung von den Patienten beider Krankenhäuser

Insgesamt wurden die verwendeten mobilen Urinbehälter von der Mehrheit der Patienten als praktikabel und ideal bewertet. Auch für Frauen waren sie hauptsächlich gut geeignet. So bewerteten lediglich 2 Frauen diese Behälter als problematisch, für die restlichen 9 befragten Frauen waren sie zur Urinsammlung geeignet.

Die Erforderlichkeit und Eignung der erstellten Informationsdokumente wurde mit der 5. Frage bewertet. Die Befragten bezeichneten sie insgesamt als erforderlich und für die Urinsammlung geeignet. Die 6. Frage zielte auf die Einschätzung der Akzeptanz der Patienten. Dazu konnten sie auf den Fragebögen vier Punkte ankreuzen. In Abbildung 4-13 ist die Patientenakzeptanz der getrennten Urinsammlung dargestellt. 97 % der befragten Patienten unterstützen die Urinsammlung mit guter bzw. voller Akzeptanz.

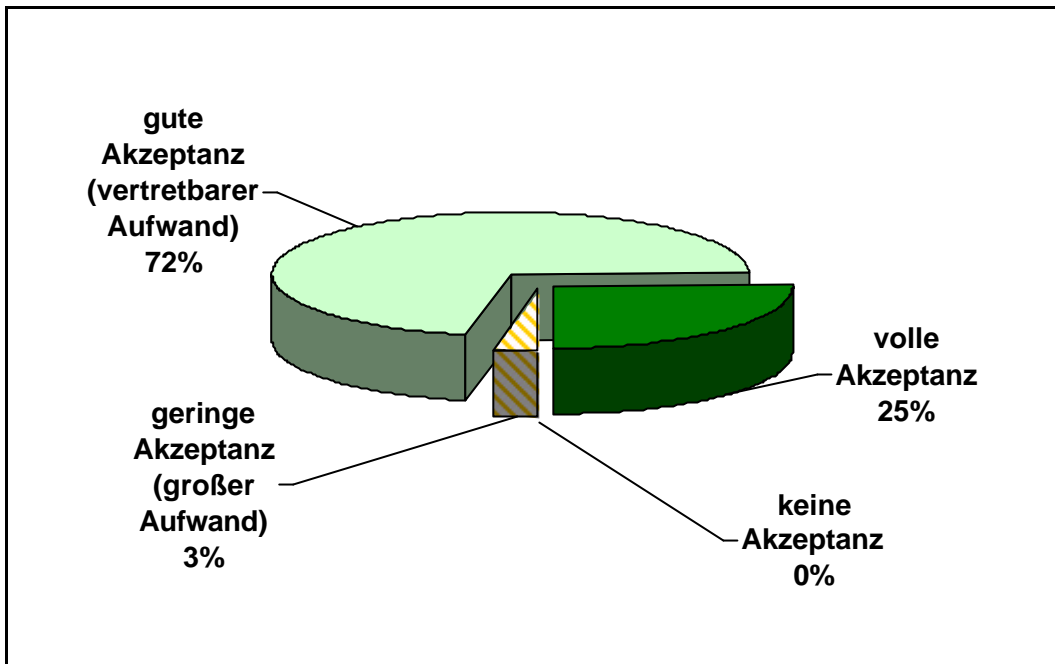


Abbildung 4-13: Akzeptanz der getrennten Urinsammlung der Patienten beider Krankenhäuser

Nach den Gründen ihrer Teilnahme an der Urinsammlung befragt, gaben ca. 89 % der Patienten an, dass ihnen die Entlastung der Umwelt wichtig sei, rund 9 % hinterfragten die Anweisungen der Ärzte und Pflegekräfte nicht und ca. 2 % gaben sonstige Gründe an, wie zum Beispiel einen Test. Anhand dieser Ergebnisse wird deutlich, dass das Umweltbewusstsein der Patienten ein wesentliches Motivationsmerkmal ist.

Zusätzlich wurden die Patienten befragt, ob es Aspekte gebe, die ihre Akzeptanz einschränke und ob sie Vorschläge für eine Verbesserung der getrennten Urinsammlung hätten. Diese Fragen beantwortete kein Patient. So ist davon auszugehen, dass die in diesem Projekt praktizierte getrennte Sammlung von Urin insgesamt praktikabel ist.

5 RKM im Abwasser der Maria Heimsuchung Caritas-Klinik Pankow

Abwasseruntersuchungen wurden nur in der Caritas-Klinik Pankow durchgeführt. In der Charité CVK war dies nicht sinnvoll, da in der Machbarkeitsstudie festgestellt wurde, dass der RKM-Verbrauch von 6 Schwerpunktstationen, einschließlich der Station 61, bezüglich des gesamten Krankenhauses nur ca. 7 % beträgt. Damit wäre der geringe Anteil der Röntgenkontrastmittel von nur einer Schwerpunktstation im gesamten Abwasser als organisches Jod nicht nachweisbar.

In der Caritas-Klinik Pankow wurden innerhalb des Projektes in vier verschiedenen Zeiträumen Abwasseruntersuchungen durchgeführt. Dabei ist die tatsächliche Jodfracht des Abwassers ermittelt worden, als die Urinsammlung auf der Station 6 durchgeführt wurde und zum Vergleich zu einem Zeitpunkt als keine Sammlung stattfand. Die Verbrauchsdaten der jodorganischen RKM des gesamten Krankenhauses wurden ermittelt und der Jodfracht im Abwasser in den entsprechenden Zeiträumen gegenübergestellt.

In folgenden Zeiträumen fanden die Abwasseruntersuchungen der Berliner Wasserbetriebe statt:

- 22.08. - 09.09.2005 (3 Wochen, während der Urinsammlung auf der Station 6)
- 31.10. - 18.11.2005 (3 Wochen, während der Urinsammlung auf der Station 6)
- 13.12. - 23.12.2005 (ca. 2 Wochen, während der Urinsammlung auf der Station 6)
- 06.02. - 17.02.2006 (2 Wochen, ohne Urinsammlung auf der Station 6).

Dabei wurden zeitproportionale 24h-Abwassermischproben am 2. Schacht vor der Hebeanlage in der Hadlichstraße genommen, um folgende Parameter zu analysieren: AOI, AOX, DOC, Chlorid und den pH-Wert. Zusätzlich wurde der Trinkwasserverbrauch, durch Ablesung der Wasserzähler im 2. Schacht vor der Hebeanlage in der Hadlichstraße und im Schacht an der Breiten Straße, ermittelt. Die Abwassermenge wurde dem Trinkwasserverbrauch gleichgesetzt. Die Ablesung der Wasserverbräuche war an einigen Tagen der Probennahme nicht möglich, da die Wasseruhr in der Hadlichstraße zeitweise von Schichtenwasser bedeckt war. Um die Ablesung zu ermöglichen musste der Schacht regelmäßig ausgepumpt werden, dies konnte meistens durch Unterstützung der technischen Mitarbeiter des Krankenhauses gewährleistet werden. Dagegen war die Ablesung im Schacht in der Breiten Straße zum Teil aus arbeitsschutzrechtlichen Gründen nicht möglich. Zum einen ist der Deckel sehr schwer und für eine Person kaum zu heben und zum anderen sind um den Schacht aus gestalterischen Gründen lose Steine geschichtet, die eine Gefahrenquelle bei der Probennahme darstellen. Die Ablesung in diesem Schacht war so nur mit Unterstützung möglich. Erschwerend kam hinzu, dass die Wasseruhr beschlagen war und somit zeitweise nicht abgelesen werden konnte. Der im Zeitraum vom 22.08. – 09.09.2005 ermittelte Trinkwasserverbrauch im Schacht der Breiten Straße, wurde als Mittelwert für diese Teilmenge den beiden folgenden Abwassermesskampagnen zugrunde gelegt. Für die letzte Abwassermesskampagne im Februar 2006 erfolgte der Einbau eines neuen Wasserzählers. Damit konnte insgesamt in zwei Messkampagnen ein exakter Trinkwasserverbrauch des Krankenhauses ermittelt werden.

Die 24h-Mischproben des Abwassers wurden von Montag bis Freitag ab jeweils 9:00 Uhr bis zum nächsten Tag 9:00 Uhr genommen. In den grafischen Darstellungen der Ergebnisse, wurde immer das Datum des Beginns der Sammlung als Bezugspunkt gewählt. So sind die verabreichten RKM-Mengen eines Tages und die Jodfracht des Abwassers miteinander vergleichbar. Da am Samstag keine Abwasserprobennahme stattfand, können nur die Ergebnisse der Tage von Montag bis Donnerstag dargestellt werden.

5.1 Ergebnisse der Messkampagnen im Abwasser

5.1.1 Ergebnisse der 1. Messkampagne im Abwasser

Während der Durchführung der ersten dreiwöchigen Messkampagne im Abwasser wurde RKM-haltiger Urin auf einer Station des Krankenhauses gesammelt. Die Jodfracht des Abwassers wurde aus der gemessenen AOI-Konzentration des Abwassers und dem Trinkwasserverbrauch berechnet (Formel 3). Der Verbrauch des Trinkwassers, als Berechnungsgrundlage für den Abwasseranfall des Krankenhauses, konnte exakt bestimmt werden. In Abbildung 5-1 ist die gesamte verabreichte RKM-Menge im Krankenhaus als organisches Jod der gemessenen Jodfracht des Abwassers gegenübergestellt.

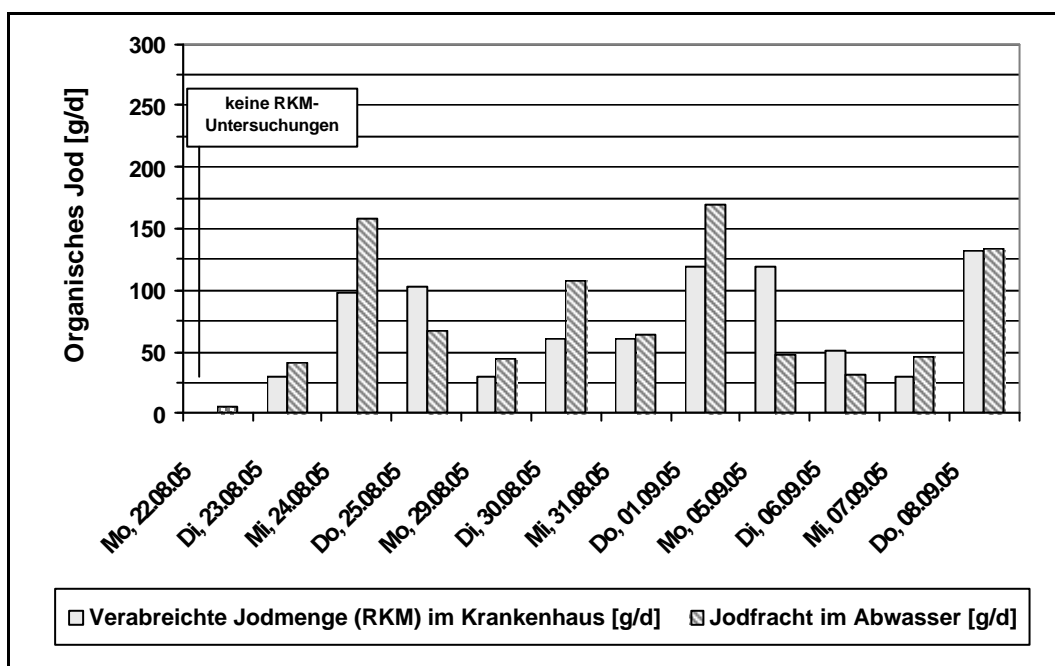


Abbildung 5-1: Verabreichtes Jod und gemessene AOI-Fracht im Zeitraum vom 22.8.-9.9.2005 (Urinsammlung auf der Stat. 6) der Caritas-Klinik Pankow

Die durchschnittlich verabreichte Jodmenge in Form von RKM betrug 69,5 g/d und im Abwasser wurde eine durchschnittliche Jodfracht von 76,4 g/d gemessen. An 5 Tagen (25./31. Aug. und 5./6./8. Sep.) ist die verabreichte Jod-Menge, berechnet aus dem RKM-Verbrauch, größer als die im Abwasser gemessene Jodfracht bzw. ihr fast gleich. An 7 Tagen im Untersuchungszeitraum wurde eine höhere Jodfracht im Abwasser gemessen als im Krankenhaus verabreicht wurde, wobei aber der Unterschied nur an 3 Tagen (24./30. Aug. und 1. Sep.) auffällig deutlich ist. Mögliche Ursachen können zum einen darin begründet sein, dass der ermittelte Trinkwasserverbrauch nicht vollständig ins Abwasser gelangte, zum Beispiel durch die Grünanlagenbewässerung. Bei einem geringeren

Abwasseranfall wäre die berechnete und in Abbildung 5-1 dargestellte Jodfracht zu hoch. Zum anderen liegt die Vermutung nahe, dass es neben den RKM weitere jodhaltige Quellen, die in den Abwasserpfad gelangen, gibt. Wie in Kapitel 4.3.4 allerdings dargestellt, werden in der Caritas-Klinik keine jodhaltigen Reinigungsmittel verwendet. In der Rettungsstelle und im OP-Bereich werden aber insgesamt als gering einzustufende Mengen von jodhaltigen Salben und Desinfektionsmitteln verwendet, deren Menge nicht quantitativ ermittelt werden konnte.

Die AOI-Konzentrationen des Abwassers liegen in dem Bereich von 0,14 – 3,50 mg/L. Um einen direkten Vergleich mit dem AOX herstellen zu können, wurden die AOI-Konzentrationen nach Formel 1 auf Chlor bezogen. In Abbildung 5-2 sind AOX- und AOI-Ergebnisse und der theoretisch zu erwartende AOX, aufgrund der verabreichten RKM (siehe Formel 5), dargestellt.

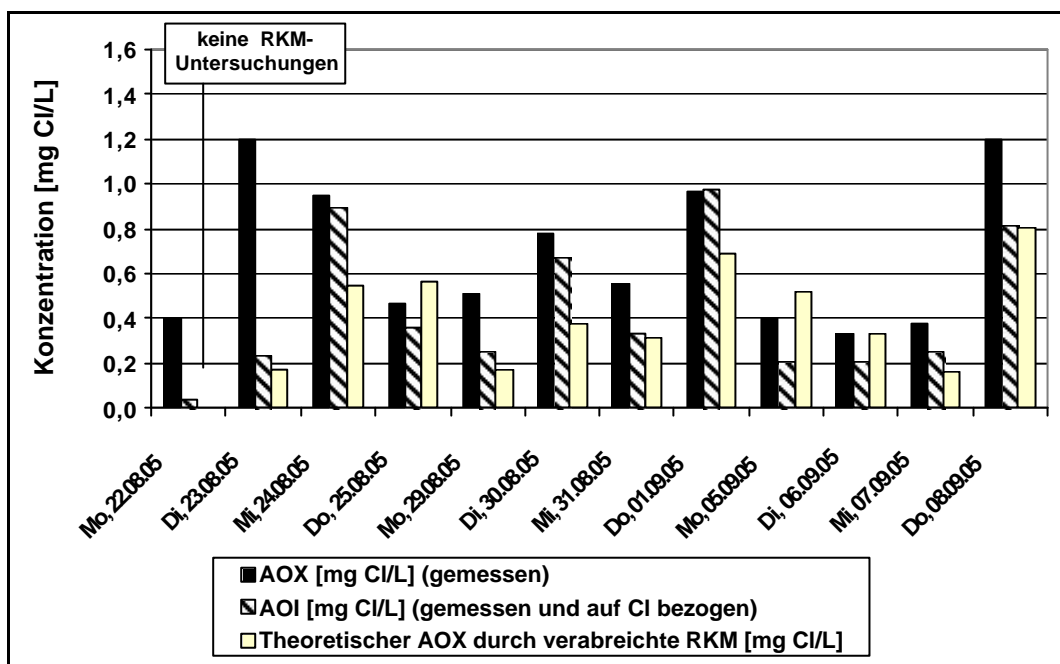


Abbildung 5-2: AOX- und AOI-Konzentrationen von 24h-Mischproben im Zeitraum vom 22.8.- 9.9.2005 (Urinsammlung auf der Stat. 6) und theoretisch zu erwartende AOX-Konzentrationen der Caritas-Klinik Pankow

Es wird deutlich, dass der AOX in fast allen Fällen auf organisches Jod zurückzuführen ist. An drei Tagen (22./23. Aug. und 8. Sep.) ist die AOX-Konzentration wesentlich größer als die auf Chlor bezogene AOI-Konzentration. Es ist davon auszugehen, dass es an diesen Tagen zu einer Emission von adsorbierbaren organischen Chlorverbindungen kam. Der Vergleich des theoretischen AOX mit dem gemessenen und auf Chlor bezogenen AOI zeigt an neun Tagen im Untersuchungszeitraum Werte in der gleichen Größenordnung. An drei Tagen (24./30. Aug. und 1. Sep.) treten deutliche Differenzen auf, so ist zu vermuten, dass an diesen Tagen andere jodhaltige Quellen in das Abwasser eingetragen wurden, wie auch schon in der Diskussion zur Abbildung 5-1 erwähnt. Der durchschnittlich in diesem Untersuchungszeitraum ermittelte AOX des Abwassers betrug 0,68 mg Cl/L, die AOI-Konzentration 0,44 mg Cl/L und der Trinkwasserverbrauch 49,5 m³/d.

5.1.2 Ergebnisse der 2. Messkampagne im Abwasser

Zeitgleich mit der Durchführung der zweiten dreiwöchigen Abwassermesskampagne, wurde RKM-haltiger Urin auf der Station 6 gesammelt. Der Trinkwasserverbrauch konnte aufgrund technischer Probleme, wie bereits am Anfang des Kapitels 5 beschrieben, nicht immer exakt ermittelt werden. Als Berechnungsgrundlage wurde ein teilweise geschätzter täglicher Trinkwasserverbrauch, der sich aus der vorherigen Messkampagne und dem genau bestimmten Teilverbrauch von 6 Tagen zusammensetzt, angenommen. Ergebnisse, die mit dem Trinkwasserverbrauch ermittelt wurden, können daher fehlerbehaftet sein. In Abbildung 5-3 ist die verabreichte Jodmenge durch RKM der gemessenen Jodfracht des Abwassers gegenübergestellt.

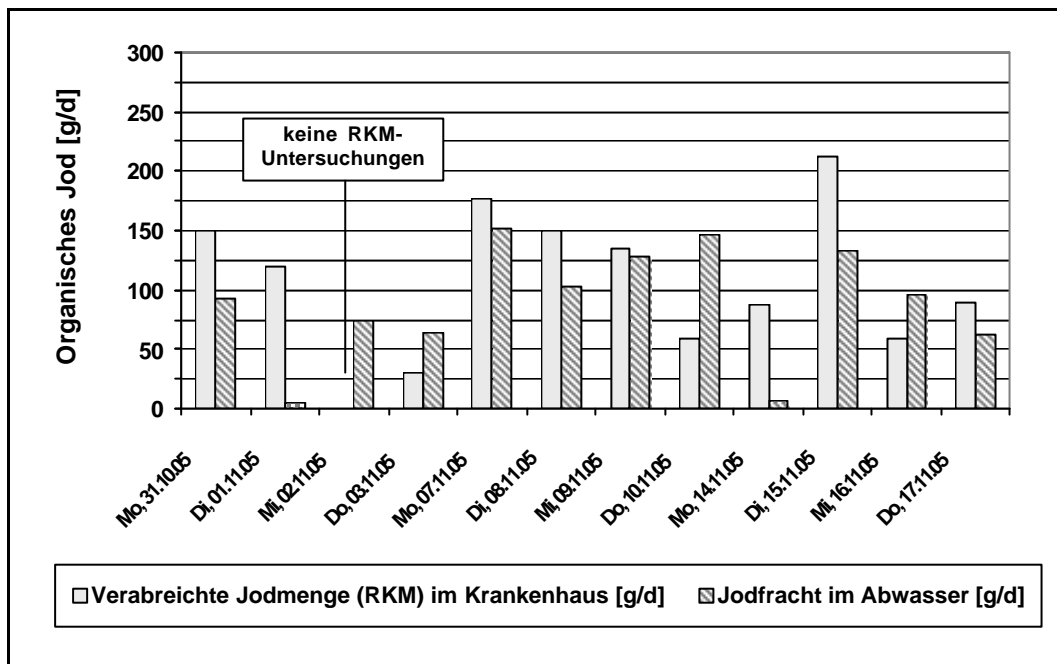


Abbildung 5-3: Verabreichtes Jod und gemessene AOI-Fracht im Zeitraum vom 31.10. - 18.11.2005 (Urinsammlung auf der Stat. 6) der Caritas-Klinik Pankow

Die durchschnittlich verabreichte Jodmenge in Form von RKM betrug 106,0 g/d und im Abwasser wurde eine durchschnittliche Jodfracht von 88,8 g/d gemessen. An 8 Tagen im Untersuchungszeitraum ist die verabreichte Jodmenge durch RKM größer als die gemessene Abwasserfracht. Dagegen ist an 4 Tagen (2./3./10./16. Nov.) die Jodfracht des Abwassers deutlich höher als die verabreichte RKM-Menge. Insbesondere der 2. November fällt auf, da an diesem Tag keine Untersuchungen mit Röntgenkontrastmitteln durchgeführt wurden. Es kann nur vermutet werden, dass für diese Jodfracht andere Jodquellen verantwortlich sind. Der Vergleich mit der folgenden Abbildung 5-4 macht deutlich, dass an den genannten Untersuchungstagen die AOX-Konzentration fast ausschließlich (bis auf den 10. Nov.) auf das adsorbierbare, organische Jod zurückzuführen ist.

Die AOI-Konzentrationen des Abwassers liegen in dem Bereich von 0,10 – 3,30 mg/L. In Abbildung 5-4 sind die analytisch ermittelten und errechneten Konzentrationswerte des Abwassers grafisch dargestellt.

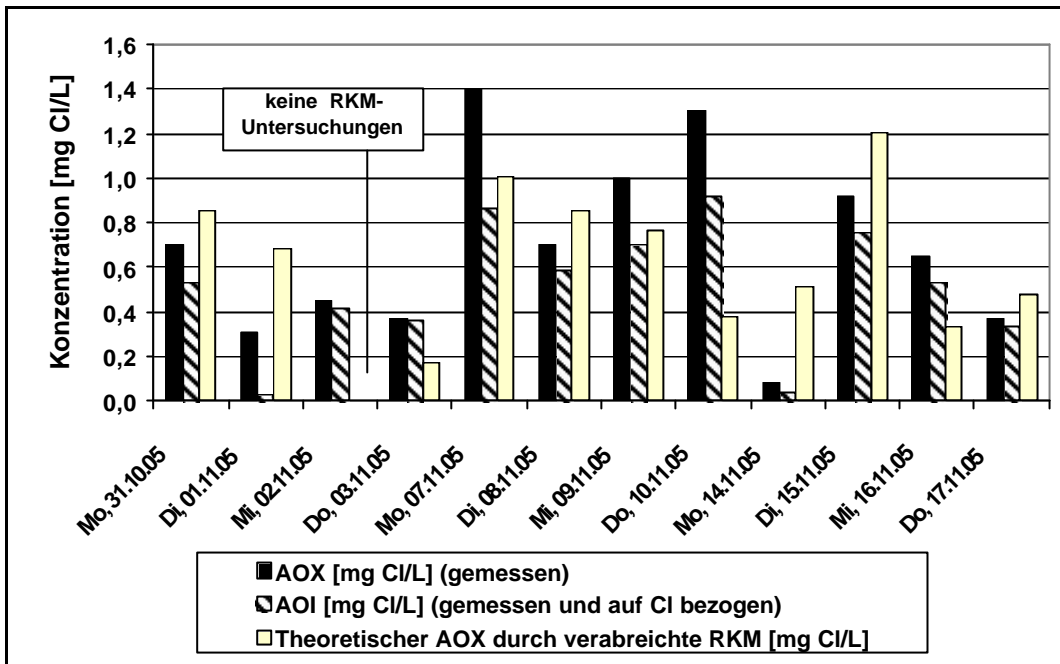


Abbildung 5-4: AOX- und AOI-Konzentrationen von 24h-Mischproben im Zeitraum vom 31.10. – 18.11.2005 (Urinsammlung auf der Stat. 6) und theoretisch zu erwartende AOX-Konzentrationen der Caritas-Klinik Pankow

An vier Untersuchungstagen (1./7./9./10. Nov.) ist der jeweils gemessene AOX deutlich höher als der AOI. Es ist zu vermuten, dass an diesen Tagen zusätzlich organische Chlorverbindungen als Quelle in Betracht kommen. An den restlichen Untersuchungstagen ist der hohe Anteil des AOI am AOX sehr deutlich. Der mittlere AOX betrug 0,69 mg Cl/L und die auf Chlor bezogene AOI-Konzentration 0,51 mg Cl/L. Der dargestellte theoretische AOX befindet sich nur an drei Tagen (7./9./17. Nov.) in der Größenordnung der gemessenen AOI-Konzentrationen. Da der theoretische AOX mit dem geschätzten Trinkwasserverbrauch des Krankenhauses berechnet wurde, sind hier Fehler beziehungsweise Ungenauigkeiten zu suchen.

5.1.3 Ergebnisse der 3. Messkampagne im Abwasser

Die letzte zweiwöchige Abwasseruntersuchung wurde im Dezember 2005, als noch der Urin der Patienten der Station 6 gesammelt wurde, durchgeführt. Die verbrauchte Trinkwassermenge konnte aufgrund technischer Probleme nicht exakt bestimmt werden. Den Berechnungen wird der Mittelwert des Verbrauchs der ersten Messkampagne in der Breiten Straße und die exakten Werte des Wasserzählers der Hadlichstraße zugrunde gelegt. Auch hier kann die dargestellte Jodfracht mit Fehlern behaftet sein. In Abbildung 5-5 ist die verabreichte Jodmenge der Jodfracht des Abwassers gegenübergestellt.

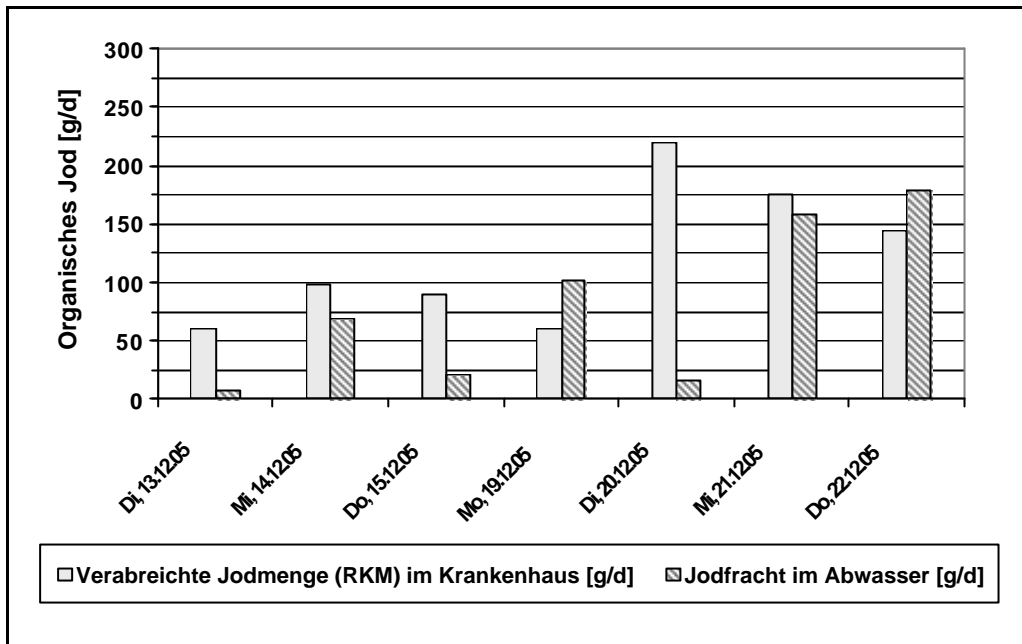


Abbildung 5-5: Verabreichtes Jod und gemessene AOI-Fracht im Zeitraum vom 13.-23.12.2005 (Urinsammlung auf der Stat. 6) der Caritas-Klinik Pankow

Die durchschnittlich verabreichte Jodmenge in Form von RKM betrug 121,1 g/d und im Abwasser wurde eine durchschnittliche Jodfracht von 79,1 g/d gemessen. Bis auf 2 Tage (19./22. Dez.) ist die durch RKM verabreichte Jodmenge immer größer als die gemessene Jodfracht des Abwassers. An diesen zwei Tagen sind weitere Jodquellen im Krankenhaus zu vermuten.

Die AOI-Konzentrationen wurden im Bereich von 0,17 – 3,70 mg/L gemessen. Die Konzentrationsergebnisse der Untersuchungen sind in Abbildung 5-6 dargestellt.

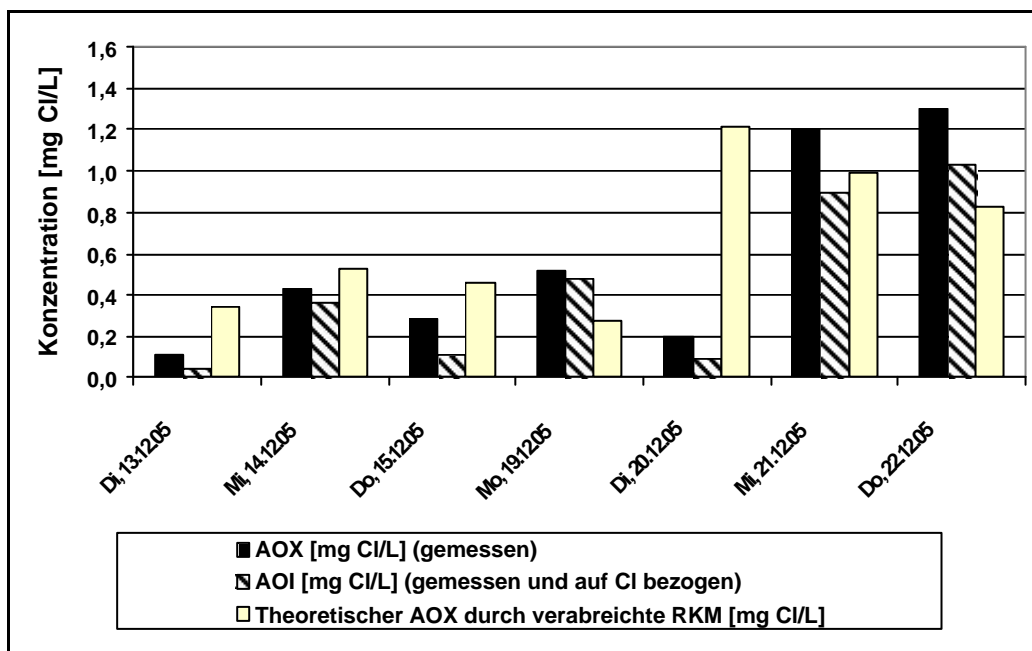


Abbildung 5-6: AOX- und AOI-Konzentrationen von 24h-Mischproben im Zeitraum vom 13.-23.12.2005 (Urinsammlung auf der Stat. 6) und theoretisch zu erwartende AOX-Konzentrationen der Caritas-Klinik Pankow

Diese Messergebnisse verdeutlichen den hohen Anteil des AOI am AOX. Der theoretisch zu erwartende AOX zeigt an vier Tagen (14./19./21./22. Dez.) im Untersuchungszeitraum eine gute Übereinstimmung mit der AOI-Konzentration die auf Chlor bezogen wurde, insbesondere unter Berücksichtigung, dass der theoretische AOX mit einem teilweise geschätzten Trinkwasserverbrauch errechnet wurde. Die durchschnittliche AOX-Konzentration betrug 0,58 mg Cl/L und im Mittel wurde die AOI-Konzentration von 0,43 mg Cl/L gemessen.

5.1.4 Ergebnisse der 4. Messkampagne im Abwasser

Im Zeitraum vom 06. – 17.02.2006 fand eine weitere Messkampagne im Abwasser der Caritas-Klinik statt, während der kein Urin auf der Station 6 gesammelt wurde. Diese Messung sollte einen Vergleich liefern zu Zeiten in denen der Urin gesammelt wurde. Die gesamten täglich verbrauchten Röntgenkontrastmittel konnten ermittelt werden. Bei der Erhebung dieser Daten war aber keine Patienten- bzw. Stationszuordnung möglich. Weiterhin wurde der Einbau einer neuen Wasseruhr im Schacht der Breiten Straße veranlasst, um den Trinkwasserverbrauch exakt ermitteln zu können. Durchschnittlich wurden 57,2 m³/d Trinkwasser, insgesamt mehr als in den vorherigen Messkampagnen, verbraucht. In Abbildung 5-7 ist die in dieser Untersuchungszeit als Röntgenkontrastmittel verabreichte Jodmenge der Jodfracht des Abwassers gegenübergestellt.

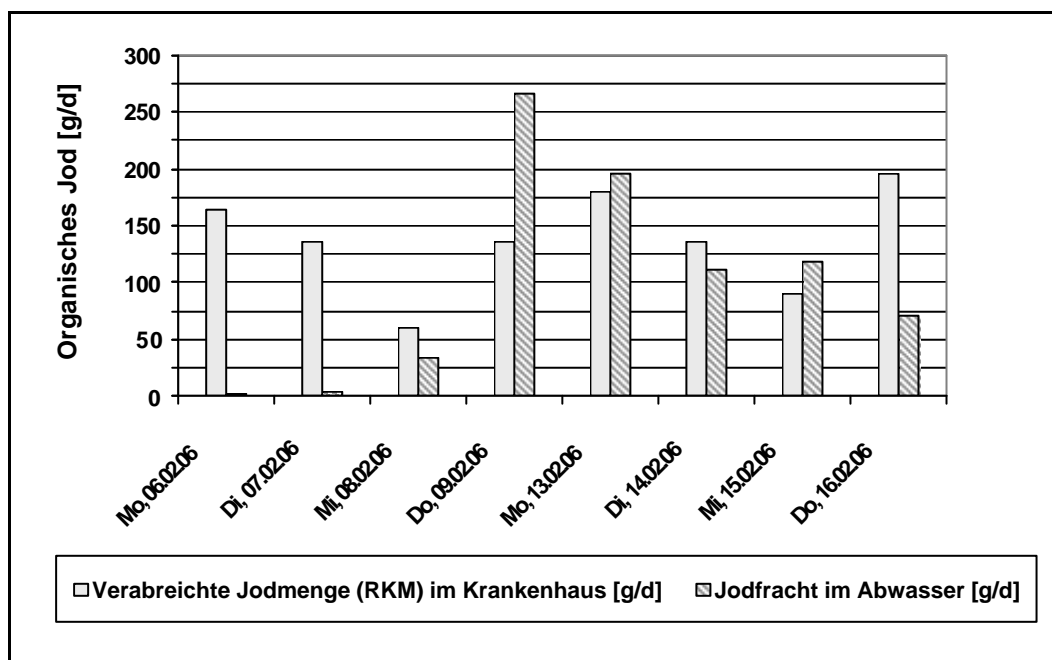


Abbildung 5-7: Verabreichtes Jod und gemessene AOI-Fracht im Zeitraum vom 6.-17.02.2006 der Caritas-Klinik Pankow

Die durchschnittlich verabreichte Jodmenge in Form von RKM betrug 136,9 g/d und im Abwasser wurde eine durchschnittliche Jodfracht von 100,4 g/d gemessen. Damit liegt die Jodfracht über den in den drei vorherigen Messkampagnen ermittelten Werten, dies kann auf den höheren Wasserverbrauch zurückzuführen sein. Am 9. Februar ist die Jodfracht des Abwassers deutlich größer als die verabreichte Jodmenge in Form von RKM, an diesem Tag könnten eventuell weitere jodhaltige Quellen als Ursache in Frage kommen. Auffällig sind auch die ersten beiden Tage der Messkampagne, an denen die Jodfracht des Abwassers

verschwindend gering ist, im Vergleich mit der verabreichten Jodmenge. Ein exakter Grund für dieses Verhältnis ist nicht bekannt. Es ist zu vermuten, dass an diesen Tagen mehr ambulante Patienten mit RKM untersucht wurden und daher das ausgeschiedene Jod nicht im Krankenhausabwasser zu finden ist.

Die AOX-Konzentrationen des Abwassers liegen in dem Bereich von 0,04 – 5,40 mg/L. In Abbildung 5-8 sind die analytisch ermittelten und die errechneten Konzentrationswerte des Abwassers grafisch dargestellt.

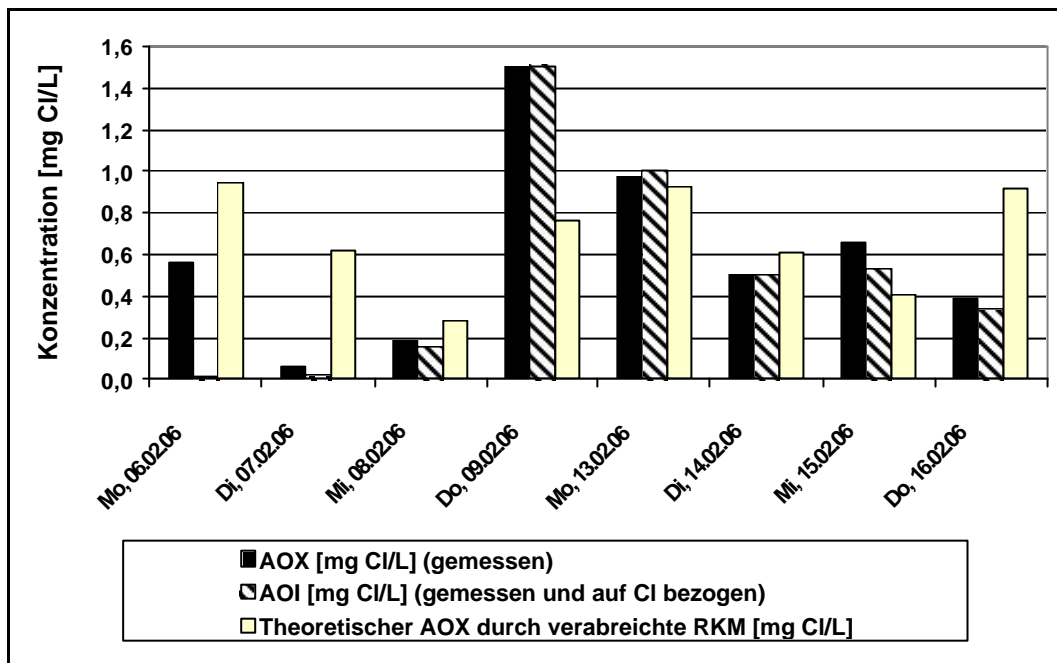


Abbildung 5-8: AOX- und AOI-Konzentrationen von 24h-Mischproben im Zeitraum vom 6.-17.02.2006 und theoretisch zu erwartende AOX-Konzentrationen der Caritas-Klinik Pankow

Bis auf den ersten Tag der Abwasseruntersuchungen, sind alle AOX-Konzentrationen eindeutig auf den AOI-Anteil zurückzuführen. Die leichten Überschreitungen des AOI über den AOX am 9. und 13. Februar liegen im Bereich der analytischen Genauigkeit. Die durchschnittliche AOX-Konzentration im Abwasser betrug 0,60 mg Cl/L und im Mittel wurde ein AOI von 0,51 mg Cl/L gemessen.

5.2 Zusammenfassung der Ergebnisse der Messkampagnen im Abwasser

In Abbildung 5-9 sind die Mittelwerte der verabreichten Jodmengen und die Mittelwerte der gemessenen Jodfracht des Abwassers der vier Messkampagnen einander gegenübergestellt. In der ersten und vierten Messkampagne konnte ein exakter Trinkwasserverbrauch ermittelt werden. In den anderen beiden Kampagnen wurden den Berechnungen geschätzte Verbrauchswerte zugrunde gelegt, daher ergeben sich Unsicherheiten bei der Auswertung.

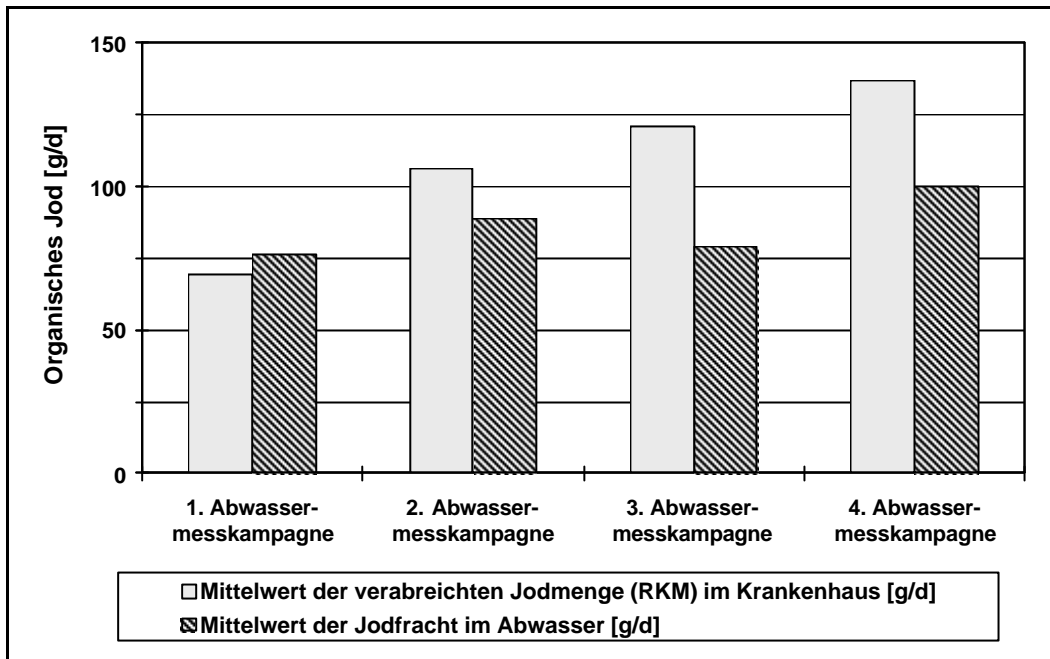


Abbildung 5-9: Mittelwerte des verabreichten Jods und der gemessenen AOI-Fracht im Zeitraum der vier Abwassermesskampagnen der Caritas-Klinik Pankow

Die durchschnittliche Jodfracht der vierten Abwassermesskampagne ist etwas höher als in den vorherigen Abwasseruntersuchungen. Mögliche Gründe können zum einen das Fehlen der Urinsammlung aber auch die insgesamt höhere verabreichte RKM-Menge und der höhere Trinkwasserverbrauch im Zeitraum der vierten Messkampagne sein. Während der 1. bis 3. Abwassermesskampagne wurde der Urin auf einer Schwerpunktstation im Krankenhaus gesammelt. Wird für diese Zeiträume der Mittelwert der verabreichten Jodmenge durch RKM gebildet ergibt sich ein Wert von 95 g/d, im Abwasser wurde in diesen Zeiträumen eine durchschnittliche Jodfracht von 82 g/d gemessen. Im zweiwöchigen Zeitraum der vierten Abwassermesskampagne wurden durchschnittlich 137 g/d organisches Jod als RKM verabreicht und die durchschnittliche Jodfracht des Abwassers betrug 100 g/d. Der Vergleich der Differenzen der Mittelwerte der verabreichten Jodmenge und der Jodfracht des Abwassers (1. bis 3. Kampagne = 13 g/d und 4. Kampagne = 37 g/d, siehe auch letzte Tabelle im Anhang 11.4) zeigt, dass eine Verringerung der Jodfracht im Abwasser tendenziell deutlich wird, auch wenn diese Werte mit Unsicherheiten, aufgrund des teilweise geschätzten Trinkwasserverbrauchs, der Gleichsetzung der Abwassermenge mit dem Trinkwasserverbrauch und der Mittelwertbildung über verschieden lange Zeiträume, behaftet sind.

Um die Auswertung der gemittelten Konzentrationswerte des Abwassers statistisch sicherer darstellen zu können, wurde für den Vergleich an dieser Stelle das geometrische Mittel der Konzentrationswerte gebildet, unter Berücksichtigung des Abwasseranfalls bzw. des Trinkwasserverbrauchs. Berechnungsgrundlage bildet Formel 6. Die Differenzen zum arithmetischen Mittel sind geringfügig und betragen maximal 25,1 µg/L. Die volumengewichteten Mittelwerte der AOI- und AOX-Konzentrationen der vier Messkampagnen im Abwasser sind in Tabelle 5-1 dargestellt.

Tabelle 5-1: AOI- und AOX-Mittelwerte der vier Messkampagnen im Abwasser (auf das Trinkwasser volumengewichtete Konzentrationsmittelwerte)

	AOX_{geo, MW} [mg Cl/L]	AOI_{geo, MW} [mg Cl/L]	Theoretischer AOX_{geo, MW} [mg Cl/L]
1. Messkampagne	0,67	0,43	0,39
2. Messkampagne	0,68	0,50	0,60
3. Messkampagne	0,57	0,42	0,65
4. Messkampagne	0,58	0,49	0,67

Der AOX-Einleitungsgrenzwert von 1 mg/L der Berliner Wasserbetriebe wird von den gewichteten AOX-Mittelwerten nicht überschritten. In Abbildung 5-10 sind die AOI- und AOX-Konzentrationen der 4 Abwassermesskampagnen zusammenfassend dargestellt. Der Trinkwasserverbrauch konnte nur in der ersten und vierten Messkampagne exakt bestimmt werden. In den beiden anderen Untersuchungszeiträumen wurde den Berechnungen ein geschätzter Verbrauch zugrunde gelegt.

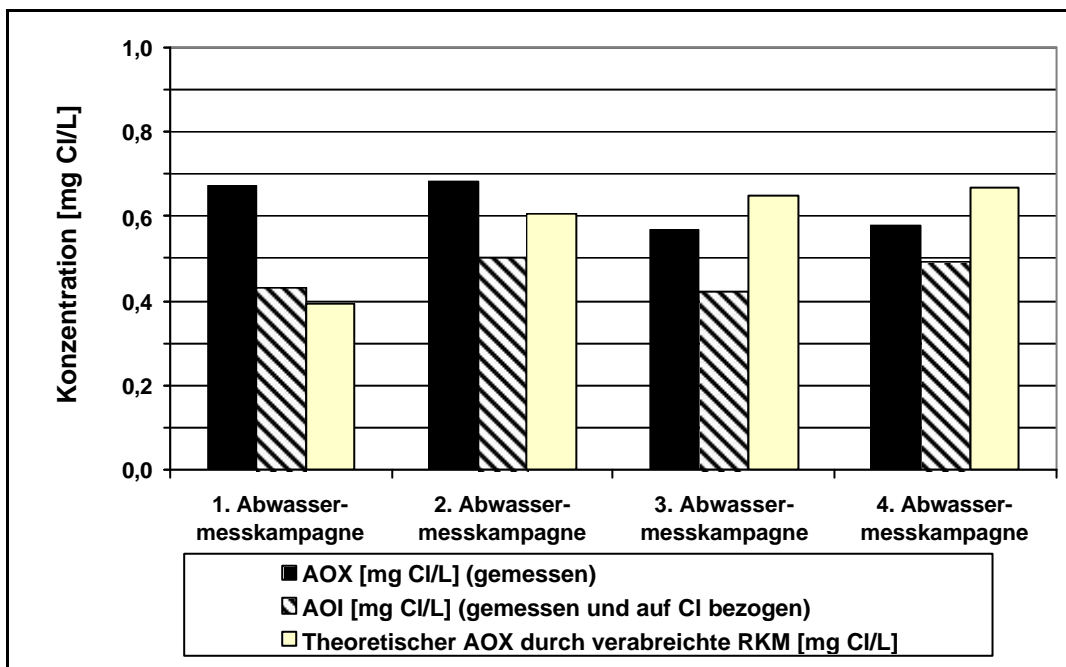


Abbildung 5-10: Auf den Trinkwasserverbrauch volumengewichtete Mittelwerte der AOX- und AOI-Konzentrationen von 24h-Mischproben und theoretisch zu erwartende AOX-Mittelwerte der vier Abwassermesskampagnen der Caritas-Klinik Pankow

Auch der Vergleich der Mittelwerte der Messkampagnen zeigt sehr deutlich, dass die AOX-Konzentrationen des Abwassers hauptsächlich auf den AOI-Anteil zurückzuführen sind. Die Differenzen können mit dem Eintrag von AOX relevanten Stoffen wie zum Beispiel chlorhaltigen Reinigungs- und Desinfektionsmitteln, die aber nicht explizit untersucht wurden, erklärt werden.

In Abbildung 5-11 ist die verabreichte Jodmenge (Summe jeweils einer Untersuchungswoche) von sechs Wochen mit der gemessenen Jodfracht des Abwassers (Summe jeweils einer Untersuchungswoche) und der zurückgehaltenen Jodfracht aus dem Urin der Patienten, die an der Sammlung teilnahmen, gemeinsam dargestellt. Diese Wochen wurden ausgewählt, da in ihnen, wöchentliche Urinuntersuchungen und gleichzeitig Abwasser-

untersuchungen durchgeführt wurden, bis auf die zwei Februarwochen im Jahr 2006 als die Urinsammlung der Station 6 beendet war.

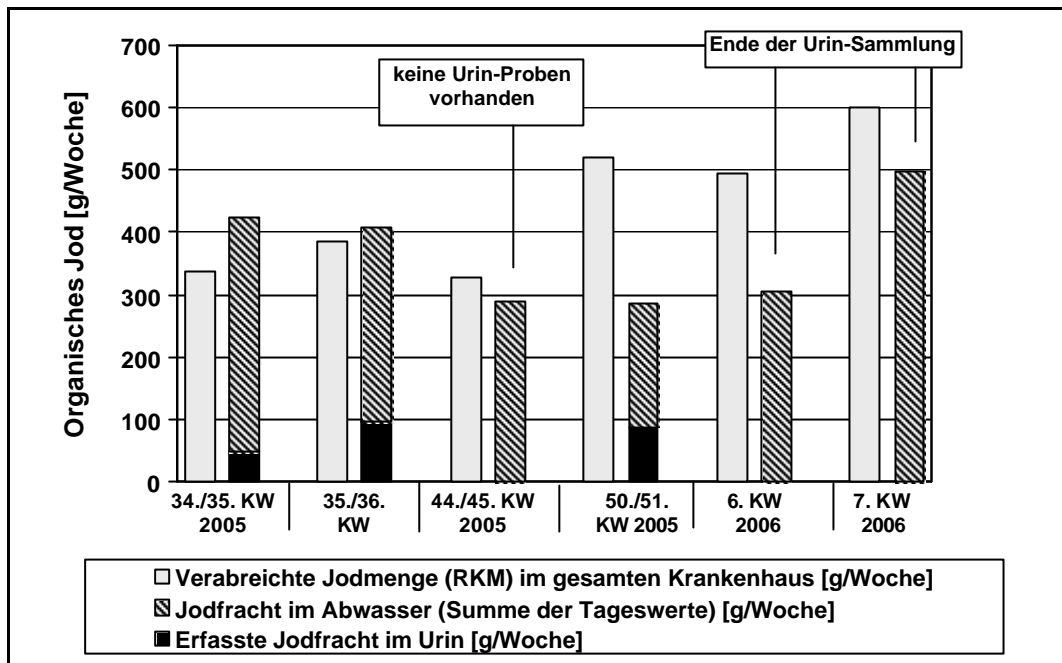


Abbildung 5-11: Vergleich der verabreichten Jodmenge, der erfassten Jodfracht im Urin und der Jodfracht im Abwasser in sechs Wochen im Untersuchungszeitraum

In dieser Abbildung sind die wöchentlichen Untersuchungszeiträume als Kalenderwochen (KW) dargestellt, die folgenden Wochen der Testphase entsprechen:

- 34./35. KW = 3. Woche
- 35./36. KW = 4. Woche
- 44./45. KW = 13. Woche
- 50./51. KW = 19. Woche.

Die gemessene Jodfracht des Abwassers ist zusammen mit der erfassten Jodfracht des Urins einer Kalenderwoche als ein Balken dargestellt. Die erfasste Jodfracht im Urin stellt die Jodmenge dar, die nicht ins Abwasser gelangt ist. In der 34./35. und 35./36. Kalenderwoche des Jahres 2005 liegen die verabreichte Jodmenge in Form von RKM und die Jodfracht des Abwassers, addiert mit der Jodfracht des Urins, in der gleichen Größenordnung. Die leicht höheren Frachtwerte könnten auf die Gleichsetzung der Abwassermenge mit dem Trinkwasserverbrauch zurückzuführen sein. Insbesondere in den Sommermonaten ist anzunehmen, dass nicht das gesamte verbrauchte Trinkwasser als Abwasser in die Kanalisation gelangt. Unter Berücksichtigung dieser Annahme wäre die berechnete Jodfracht des Abwassers der ersten beiden in Abbildung 5-11 dargestellten Untersuchungswochen zu hoch. In der 44./45. Kalenderwoche wurde kein Urin auf der Station 6 gesammelt, da in dieser Zeit keine Patienten dieser Station mit jodorganischen RKM untersucht wurden. Die Differenzen der verabreichten Jodmenge und der Jodfracht des Abwassers der letzten drei Untersuchungswochen fallen auf, können aber nicht erklärt werden. In der 6. und 7. Kalenderwoche des Jahres 2006 wurde kein RKM-haltiger Urin gesammelt, da zu diesem Zeitpunkt die Urinsammlung der Station 6 beendet war. Betrachtet man in Abbildung 5-11 die schwarzen Balken der erfassten Jodfracht im Urin wird deutlich, dass die Verminderung der

Jodfracht des Abwassers durch die getrennte Urinsammlung tendenziell nachgewiesen werden kann.

Im Ergebnis kann festgehalten werden:

- Die jodorganischen Röntgenkontrastmittel sind wesentlich für die AOX-Konzentrationen des Abwassers verantwortlich.
- Durch die Urinsammlung der Patienten, die jodorganische Röntgenkontrastmittel appliziert bekommen haben, kann eine Verminderung der Jodfracht des Abwassers erreicht werden und tendenziell nachgewiesen werden.
- Bei Betrachtung der Gegenüberstellung (Abbildungen 5-1, 5-3, 5-5 und 5-7) der verabreichten Jodmenge, die auf RKM zurückzuführen ist, und der Jodfracht im Abwasser ist die verabreichte Jodmenge an einigen Tagen der Messkampagnen geringer als die Jodfracht im Abwasser, daher ist zu vermuten, dass es weitere Jod-Quellen im Krankenhaus gibt.

Die Bewertung der Ergebnisse der Abwasseruntersuchungen ist aber insgesamt mit Unsicherheiten behaftet, durch die Abschätzung des Abwasseranfalls durch den Trinkwasserverbrauch, der auch nur während zwei Abwassermesskampagnen exakt bestimmt werden konnte.

6 Entsorgung der mit dem Urin erfassten Röntgenkontrastmittel

In der Projektphase 2 wurden folgende, in der Machbarkeitsstudie [14] theoretisch als machbar identifizierte Entsorgungswege praktisch erprobt.

Tabelle 6-1: Praktizierte Urinentsorgungswege in den Krankenhäusern

	Charité CVK	Caritas-Klinik Pankow
Restabfallentsorgung	X	X
Sonderabfallentsorgung	X	-
Sammlung zur Aufbereitung	nach Bedarf	nach Bedarf

6.1 Organisation der Entsorgung im Testbetrieb

6.1.1 Erfassung der Fraktion auf Station

Zur Sammlung des Urins in den Stationen als Abfallfraktion wurden unmittelbar die mobilen Urinbehälter eingesetzt, die von den Patienten befüllt wurden. Die gefüllten mobilen Urinbehälter wurden im unreinen Arbeitsraum der Station in Kunststoffkisten gesammelt und für den innerbetrieblichen Transport bereitgestellt. Eine Umfüllung des Materials war somit nicht erforderlich.

Von der ursprünglich vorgesehenen Zugabe von Gelbildern zur Verfestigung direkt auf den Stationen wurde abgesehen, um eine Probenahme und Analytik zu ermöglichen. Auf eine direkte Entsorgung der Behälter über den Weg der auf Station gesammelten Restabfälle wurde ebenfalls aus Gründen der Probenahme und -messung verzichtet.

Um die eingesetzten mobilen Urinbehälter von den sonst verwendeten Sammelurinbehältern (identischer Behälter) unterscheiden zu können, wurde eine Kennzeichnung mit Etiketten verwendet.



Abbildung 6-1: Transportkisten mit mobilen Urinbehältern

6.1.2 Innerbetrieblicher Transport

Aufgabe des innerbetrieblichen Transportdienstes bzw. Reinigungsdienstes war es, die anfallenden Mengen regelmäßig abzuholen und an einem zentralen Punkt für die externe Entsorgung bereit zu stellen. Die im Projekt erforderlichen Entsorgungstransporte wurden weitgehend in die hausübliche Transportroutine integriert.

6.1.3 Bereitstellung zur Entsorgung

Auch die Bereitstellung zur Entsorgung erfolgte in den auf Station eingesetzten mobilen Urinbehältern. Ein Umfüllen des Urins war somit nicht erforderlich.

Entsorgung als Restabfall

Aus Gründen der Probenahme und Analytik wurden in den Projektphasen der Restabfallentsorgung die gesammelten Urinbehälter zunächst an einem zentralen Punkt gesammelt und erst nach Probenahme durch Gelzugabe, bestehend aus quervernetztem Natriumpolyacrylat, verfestigt. Die Behälter wurden den vorhandenen Restabfallpressen zugegeben und mit der nächsten Abholung entsorgt.

In der Charité CVK wurde das Sonderabfallbereitstellungslager für krankenhausspezifische Abfälle genutzt und in der Caritas-Klinik Pankow wurde ein separater Raum verwendet.

Entsorgung als Sonderabfall

In der Phase der Entsorgung als Sonderabfall wurden die Urinbehälter ebenfalls an einem zentralen Punkt der Bereitstellung zusammengeführt. In der Charité CVK wird ein Kühlraum für die Bereitstellung von krankenhausspezifischen Sonderabfällen verwendet. Der Kühlraum erlaubt es, krankenhausspezifische Abfälle über einen längeren Zeitraum zu sammeln, bevor die Abholung zur Entsorgung erfolgt. Die Sammlung der mobilen Urinbehälter wurde in die innerbetriebliche Entsorgungsroutine für Sonderabfall integriert.

Nach der Probenahme wurden die mobilen Urinbehälter zusätzlich in übliche Sonderabfallbehälter eingestellt, so dass an den externen Entsorger die gewohnten Gebinde übergeben wurden (siehe Abbildung 6-2). Die Sonderabfallbehälter sind geprüfte flüssigkeitsdichte Behälter, die mit einem Deckel fest verschlossen werden.



Abbildung 6-2: Sonderabfallbehälter

6.1.4 Externe Entsorgung

Entsorgung als Restabfall

Die Entsorgung von Restabfall aus Krankenhäusern erfolgt über den zuständigen öffentlich rechtlichen Entsorgungsbetrieb. In Berlin sind die Berliner Stadtreinigungsbetriebe hiermit beauftragt. Krankenhausspezifische Abfälle werden grundsätzlich in der Restabfallverbrennungsanlage Ruhleben entsorgt.

Der Restabfall wird in Müllpressen bereit gestellt, die je nach Größe und Abfallaufkommen geleert werden. In der Charité Campus Virchow-Klinikum findet eine Pressenleerung alle 1 bis 2 Tage statt. In der Caritas-Klinik Pankow seltener.

Entsorgung als Sonderabfall

Die Entsorgung von Sonderabfällen erfolgt über spezialisierte Entsorgungsdienstleister. Im FE-Projekt wurde der bestehende Auftragnehmer der Charité CVK, die Firma Remondis, auch mit der Entsorgung des getrennt gesammelten Urins beauftragt. Aufgrund der Bereitstellung der Abfälle in einem Kühlraum ist eine 14-tägige Entsorgung ausreichend. Die Abfälle wurden in der Sonderabfallverbrennungsanlage Schöneiche entsorgt.

Sammlung zur Aufbereitung

Neben der Entsorgung des gesammelten Urins als Rest- und Sonderabfall wurde auch ein Teil des Urins an Forschungseinrichtungen weitergeleitet. Die Universitäten und Institute beschäftigen sich mit der Aufbereitung des Urins, um Jod aus dieser Matrix zu separieren. Folgende Forschungseinrichtungen wurden beliefert:

- Technische Universität Berlin, Institut für Technischen Umweltschutz, Fachgebiet Wasserreinigung
- Martin Luther Universität Halle-Wittenberg, Fachbereich Ingenieurwissenschaften, Institut für Umwelttechnik
- Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V. (IUTA), Duisburg, Bereich Umweltmedizin / Sensor- und Analysemethoden
- Bayerisches Institut für Angewandte Umweltforschung und -technik (BIfA GmbH), Augsburg, Abteilung für Umwelttoxikologie, -hygiene und –biotechnologie.

An der Technischen Universität Berlin werden Versuche zur reduktiven und oxidativen Behandlung von Patientenurin und Krankenhausabwässern, in denen jodorganische Röntgenkontrastmittel vorliegen, durchgeführt.

An der Martin Luther Universität Halle-Wittenberg werden Versuche zur Eliminierung von Röntgenkontrastmitteln aus Krankenhausabwässern durch chemische Oxidation durchgeführt.

Am Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V. (IUTA) werden oxidative Verfahren, insbesondere erweiterte Oxidationsverfahren (AOP = advanced oxidation processes), zur Eliminierung von Pharmaka eingesetzt.

Das Bayerische Institut für Angewandte Umweltforschung und -technik (BIfA GmbH) untersucht biologische Eliminationsmöglichkeiten von Röntgenkontrastmitteln aus Patientenurin.

Die endgültigen Ergebnisse der Untersuchungen der Forschungseinrichtungen liegen nicht vor, da diese Arbeiten noch nicht abgeschlossen sind.

Weiterhin ist bekannt, dass von der Schering AG in Bergkamen eine Sonderabfallverbrennungsanlage betrieben wird, in der das organisch gebundene Jod aus Abfällen der RKM-Produktion zurück gewonnen wird. Die flüssigen und festen jodhaltigen Abfälle werden verbrannt. Das organisch gebundene Jod wird durch den Verbrennungsprozess weitgehend in flüchtiges, elementares Jod umgewandelt, welches mit dem Rauchgas einem Wäscher zugeführt wird. Durch Neutralisations- und Reduktionsmittel im Wäscher wird das elementare Jod zu Jodid reduziert und im Wäschewasser gelöst. Nach dem Erreichen einer bestimmten Jodkonzentration wird ein Teilstrom dem Wäschewasser entnommen, zwischengelagert und dem Markt zugeführt.

6.2 Praktische Erfahrungen bei der Entsorgung

Folgende Erkenntnisse können auf Grundlage von Beobachtungen und systematischen Befragungen im Testbetrieb festgehalten werden.

6.2.1 Ver- und Entsorgungsrhythmen

Die folgende Tabelle zeigt die Gestaltung der Entsorgungsrhythmen im Testbetrieb und die anschließende Bewertung durch die Verantwortlichen.

Tabelle 6-2: Entsorgungsrhythmen und deren Bewertung

	ausgeführter Entsorgungsrhythmus	Bewertung		
		zu häufig	angemessen	zu selten
Charité Campus Virchow-Klinikum				
Leerbehälter stellen:	1 mal pro Woche	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Entsorgungszyklus Station - Kühlraum:	5 mal pro Woche	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Phase 1: Entsorgungszyklus Kühlraum - Restabfall:	1 mal pro Woche	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Phase 2: Abholung zur Sonderabfallentsorgung:	alle 2 Wochen	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Caritas-Klinik Pankow				
Leerbehälter stellen:	3-4 mal pro Woche	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Entsorgungszyklus Station – Sammelraum:	3-4 mal pro Woche	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Entsorgungszyklus Sammelraum - Restabfall:	1-2 mal pro Woche	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Im Ergebnis kann festgehalten werden:

- Die Lieferung der leeren mobilen Urinbehälter an die Stationen kann im Rahmen der Entsorgung im Wechselsystem erfolgen (Tausch voll gegen leer). Für eine praktische Anwendung sollte die Lieferung der leeren Urinbehälter allerdings in die bereits vorhandene Materialversorgung integriert werden, so dass nur ein vernachlässigbarer Mehraufwand entsteht.
- Wenn der Weg der Restabfallentsorgung gewählt wird ist zu empfehlen, die mobilen Urinbehälter bereits direkt auf der Station den vorhandenen Restabfallbehältern

zuzuführen. Damit entfallen alle weiteren zusätzlichen Bearbeitungsschritte. In den beiden Krankenhausstationen sind maximal 3 (Caritas-Klinik Pankow) bzw. 4 (Charité CVK) Patienten an einem Tag behandelt worden, die an der getrennten Urinsammlung teilgenommen haben. Die entsprechende Menge kann problemlos mit dem Restabfall abtransportiert werden.

- Wenn der Weg der Sonderabfallentsorgung gewählt wird, ist ein zusätzlicher innerbetrieblicher Transport zu einem zentralen Bereitstellpunkt erforderlich. Der Entsorgungszyklus kann dem Mengenaufkommen angepasst werden und ist mit 1-mal pro Werktag in jedem Fall ausreichend bemessen.
- Die Abholung durch den externen Entsorger kann sich an den bestehenden Abläufen orientieren. Für den getrennt gesammelten Urin ist kein besonderer Ablauf erforderlich.
- Für eine praktische Umsetzung ist zu beachten, dass die eingesetzten mobilen Urinbehälter sich von den sonst verwendeten Sammelurinbehältern unterscheiden müssen, um Verwechslungen zwischen Entsorgungsmaterial und Laborproben ausschließen zu können. Es ist zu empfehlen, unterschiedliche gefärbte Behälter einzusetzen.

6.2.2 Bewertung der eingesetzten mobilen Urinbehälter

Die durchgehende Verwendung der mobilen Urinbehälter im Rahmen der innerbetrieblichen Entsorgung wurde überwiegend als praktikable Lösung bewertet. Problematisch war die Geruchsentwicklung in der Caritas-Klinik Pankow. Aufgrund der Probenahme erfolgte die Sammlung der Behälter ohne Gelzugabe und die zentrale Bereitstellung in einem Raum, der über keine Lüftungsmöglichkeit verfügte. Die folgende Tabelle zeigt die Bewertung der eingesetzten Urinbehälter durch die Verantwortlichen.

Tabelle 6-3: Bewertung der eingesetzten mobilen Urinbehälter

	Bewertung			
	völlig ungeeignet	problematisch	praktikabel	ideal
Charité Campus Virchow-Klinikum				
Hygiene und Geruchsentwicklung:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Interne Ver- und Entsorgungslogistik:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bereitstellung zur Entsorgung in Restmüllpresse:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bereitstellung zur Sonderabfallentsorgung:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Caritas-Klinik Pankow				
Hygiene und Geruchsentwicklung:	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Interne Ver- und Entsorgungslogistik:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bereitstellung zur Entsorgung in Restmüllpresse:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Bei der Entsorgung als Sonderabfall wurden je 6 mobile Urinbehälter in handelsübliche Sonderabfallbehälter eingestellt. Diese weitere Verpackungsstufe war erforderlich, damit der beauftragte Entsorgungsdienstleister für Umschlag, Transport und Anlagenbeschickung geeignete Gebinde erhält. Die mobilen Urinbehälter haben sich als praktikabel erwiesen, es entstehen allerdings zusätzliche Kosten durch die doppelte Verpackung, die berücksichtigt werden müssen.

Im Ergebnis kann festgehalten werden:

- Der Einsatz von mobilen Urinbehältern zur Sammlung und Entsorgung des Urins stellt eine praktikable Lösung dar, die wenig Aufwand verursacht und flexibel eingesetzt werden kann.
- Wird der Weg der Restabfallentsorgung gewählt, sollte der Urin bereits auf den Stationen durch Gelzugabe verfestigt werden und taggleich bis zur Restabfallpresse transportiert werden.
- Bei Entsorgung über eine Sonderabfallentsorgungsanlage sollte ein ausreichend belüfteter bzw. gekühlter Bereitstellort verwendet werden, der es erlaubt, das Material für einen Zeitraum von 1 bis 2 Wochen zu bevorraten.

6.3 Bewertung der Entsorgungswege

Erprobt wurde die Entsorgung als Restabfall in einer Restabfallverbrennungsanlage und als Sonderabfall in einer Sonderabfallverbrennungsanlage. Beide Entsorgungsvarianten stehen in Berlin zur Verfügung. Unter Berücksichtigung der Aussagen der Entsorger sowie einer Stellungnahme der zuständigen Berliner Senatsstelle kann folgendes Ergebnis festgehalten werden:

- Der Weg der Restabfallverbrennung ist ein möglicher Entsorgungsweg, wenn folgende Anforderungen eingehalten werden:
 - auslaufsichere Konditionierung des gesammelten Urins durch Gelzugabe
 - 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.
- Der Weg der Sonderabfallverbrennung ist ein möglicher Entsorgungsweg, wenn keine Restabfallverbrennungskapazitäten genutzt werden können. Es ist im Vergleich zur Restabfallverbrennung mit deutlich höheren Kosten zu rechnen.
- Die Entsorgungswege sind grundsätzlich auch bei Ausdehnung des Erfassungskonzeptes mit mobilen Urinbehältern auf andere Stationen und Krankenhäuser und größeren Entsorgungsmengen geeignet. Die konkreten Anlagenkapazitäten sind mit den Betreibern zu prüfen.

7 Kostenbetrachtungen

Die folgenden Kostentrachtungen werden einerseits unterteilt in die ermittelten Projektkosten, die sich aus den Material- und Entsorgungskosten sowie den Personalkosten, die mit Hilfe der Fragebögen ermittelt wurden, ergeben. Weiterhin werden die Kosten für eine zukünftige umfassendere Anwendung abgeschätzt, die etwas geringer als die ermittelten Projektkosten sein werden, da im Routinebetrieb weniger Zeit für Aufklärungs- und Dokumentationsarbeiten zu veranschlagen ist. Die Kostenbetrachtungen sind im Anhang 11.5 detailliert dargestellt.

7.1 Ermittelte Projektkosten

Die Projektkosten setzen sich aus den tatsächlich angefallenen Ausgaben und den Kosten für den Arbeitsaufwand der Krankenhausmitarbeiter, die pauschal abgegolten wurden, zusammen. Die tatsächlich ermittelten Kosten werden im Folgenden inklusive der Umsatzsteuer aufgeführt. Als Bezugsgrößen der Kostenrechnungen dienen neben der Anzahl der verwendeten Behälter (siehe Tabelle 7-2) auch die Patientenanzahl, das gesammelte Urinvolumen und das erfasste Jod. Diese Daten sind Tabelle 7-1 zu entnehmen.

Tabelle 7-1: Anzahl der RKM-Patienten der ausgewählten Stationen der Krankenhäuser, gesammelter Urin und erfasstes Jod

	Charité CVK	Caritas-Klinik Pankow
Gesamtanzahl der RKM-Patienten der jeweiligen Station	231	73
Anzahl der teilnehmenden Patienten	137	44
gesamter gesammelter Urin [L]	197	69
gesamtes erfasstes Jod [kg]	4,04	1,16

7.1.1 Materialkosten

Investitionskosten

Für die Durchführung des Projektes sind geringfügige Investitionskosten für einmalige Anschaffungen entstanden. Die Investitionskosten beinhalten die wiederverwendbaren Transportkisten, Briefablagen und Prospekthalter zur optimalen Bereitstellung der Informationsmaterialien, das Laminieren einzelner Infomaterialien, die Fragebögen und kleinere benötigte Gegenstände, wie zum Beispiel Trichter zum Umfüllen des Urins. Im Anhang sind diese Kosten, die für die Charité CVK rund 170 € und für die Caritas-Klinik rund 100 € betragen, einzeln aufgeschlüsselt. Diese Kosten werden nicht in die folgenden Berechnungen integriert.

Laufende Kosten

Im Rahmen des Projektes wurden den Krankenhäusern die mobilen Urinbehälter und die Transportkisten zur Verfügung gestellt. Andere benutzte Sammelgefäße waren auf den Stationen vorhanden. In Tabelle 7-2 ist der Verbleib der mobilen Urinbehälter aufgeführt.

Tabelle 7-2: Entsorgungsmöglichkeiten der verwendeten mobilen Urinbehälter

	Charité CVK	Caritas-Klinik Pankow
Entsorgung als Restabfall	65 Stück = 46,4 %	27 Stück = 55,1 %
Entsorgung als Sonderabfall	39 Stück = 27,9 %	0
Bereitstellung für Forschungseinrichtungen	36 Stück = 25,7 %	22 Stück = 44,9 %
Gesamtanzahl der mobilen Urinbehälter	140 Stück = 100 %	49 Stück = 100 %

Die mobilen Urinbehälter, mit einem Einzelpreis von 1,60 €, sind in Packungsgrößen zu 30 Stück beziehbar. Für die Bereitstellung der mobilen Urinbehälter wurden in der Charité CVK 224,00 € verwandt, in der Caritas-Klinik Pankow waren es 78,40 €. Für die professionelle Erstellung der Informationsmaterialien können nach Schätzung der GÖK Consulting AG pro Patient 0,12 € angesetzt werden. Die benötigten Informationsmaterialien für die Krankenhausmitarbeiter sind in diesem Preis mit berücksichtigt. Für diese Materialien sind für die Patienten der Charité CVK Kosten in Höhe von 27,72 € und in der Caritas-Klinik Pankow von 8,76 € entstanden. Die Kosten des benötigten Gels für die Restabfallentsorgung werden innerhalb der Entsorgungskosten berücksichtigt.

Insgesamt ergeben sich Materialkosten von 251,72 € für die Charité CVK und für die Caritas-Klinik von 87,16 €. In Tabelle 7-3 sind die Materialkosten der Krankenhäuser bezüglich der teilnehmenden Patienten, der gesammelten Urinmenge und des erfassten Jods dargestellt.

Tabelle 7-3: Bezogene Materialkosten (Laufende Kosten)

	Charité CVK	Caritas-Klinik
Materialkosten pro teilnehmenden Patient	1,84 €/Patient	1,98 €/Patient
Materialkosten pro gesammelten Liter Urin	1,28 €/L	1,26 €/L
Materialkosten pro erfassten kg Jod	62,31 €/kg	75,14 €/kg

7.1.2 Entsorgungskosten

Die Kosten der Restabfallentsorgung betragen 0,14 €/kg. Die verwendeten mobilen Urinbehälter haben ein Fassungsvermögen von 2 L, die täglich ausgeschiedene Urinmenge beträgt ca. 1,5 L pro Patient und wird mit einer Masse von 1,5 kg in die Berechnungen einbezogen. Die Entsorgung der Urinbehälter als Restabfall wurde durch die Zugabe eines Gels realisiert. In der Regel genügte ein Gelbeutel pro mobilem Urinbehälter. Das Gelmittel wird in Packungsgrößen zu 300 Stück à 25 g für den Preis von 55,10 € angeboten. Somit ergibt sich ein Preis pro Gelbeutel von 0,18 €, der zu den Restabfallkosten addiert wird. Die Kosten der Restabfallentsorgung betragen in der Charité CVK 25,35 € und in der Caritas-Klinik 10,53 €.

Die Kosten der Sonderabfallentsorgung betragen bei regelmäßiger Krankenhausentsorgung nach Schätzung der GÖK AG 0,87 €/kg (siehe auch Tabelle „Kostenübersicht Entsorgung“ im Anhang 11.5). Mit 1,5 kg Urin pro Patient ergeben sich insgesamt Kosten von 1,31 € pro Patient. Für die Entsorgung wurden zusätzlich 7 Sonderabfallbehälter (siehe auch Abbildung 6-2) mit einem Stückpreis von 4,64 € benötigt. Während der Durchführung der Testphase betragen die Kosten der Sonderabfallentsorgung in der Charité CVK 83,46 €. In der Caritas-Klinik wurde dieser Entsorgungsweg aufgrund der geringen Mengen nicht erprobt. In Tabelle 7-4 sind die spezifischen Kosten für beide Krankenhäuser dargestellt. Diese Kosten beziehen sich auf die tatsächlich als Rest- bzw. Sonderabfall entsorgten Mengen und wurden prozentual nach Tabelle 7-2 berücksichtigt.

Tabelle 7-4: Bezogene Entsorgungskosten des gesammelten Urins

	Charité CVK	Caritas-Klinik
Restabfallkosten pro Patient	0,39 €/Patient	0,39 €/Patient
Restabfallkosten pro Liter Urin	0,28 €/L	0,28 €/L
Restabfallkosten pro kg Jod	13,52 €/kg	16,47 €/kg
Sonderabfallkosten pro Patient	2,14 €/Patient	nicht ermittelt
Sonderabfallkosten pro Liter Urin	1,52 €/L	nicht ermittelt
Sonderabfallkosten pro kg Jod	74,04 €/kg	nicht ermittelt

7.1.3 Kosten des Arbeitsaufwandes des Personals

Ärzte

Die Kosten für den Arbeitsaufwand der Krankenhausmitarbeiter werden durch die Auswertung der Fragebögen abgeschätzt. Für die Ärzte, die die Patienten über die getrennte Urinsammlung aufklärten, wurde ein Arbeitsaufwand von 5 Minuten pro Patient veranschlagt. Bei den der Rechnung zugrunde gelegten Personalkosten von 39,00 €/h für die Ärzte ergeben sich für 5 Minuten 3,25 €. In Abbildung 7-1 ist der benötigte Arbeitsaufwand der Ärzte für die Information der Patienten dargestellt.

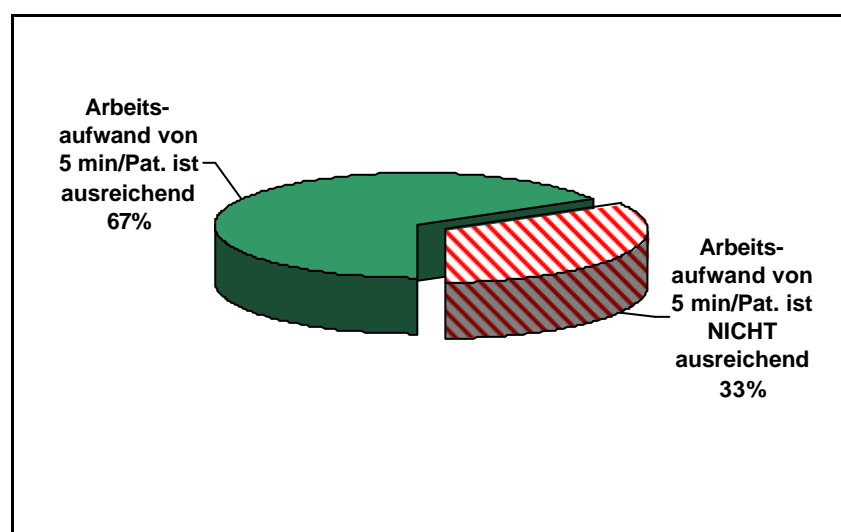


Abbildung 7-1: Arbeitsaufwand der Ärzte beider Krankenhäuser für die Umsetzung der getrennten Urinsammlung

67 % der Ärzte gaben an, dass die veranschlagte Zeit ausreiche. Die Ärzte, die einen höheren Zeitaufwand benötigten, gaben diesen mit durchschnittlich 10 Minuten pro Patient an. Unter der Voraussetzung, dass alle Ärzte mit 5 min/Patient für Aufklärung und Information der Patienten auskommen, ergeben sich für die Gesamtanzahl der untersuchten Patienten der jeweiligen Station in der Charité CVK Personalkosten für die Ärzte von 750,75 € und in der Caritas-Klinik Pankow von 237,25 € im gesamten Untersuchungszeitraum.

Pflegepersonal

Der Zeitaufwand des Pflegepersonals wird ebenso durch die Auswertung der Fragebögen ermittelt, wobei zwischen mobilen und nicht mobilen Patienten unterschieden wird. Als Grundlage dienen für die Berechnung Personalkosten von 27,50 €/h (entsprechend 0,46 €/min).

Charité Campus Virchow-Klinikum

Die Mittelwerte des Zeitmehraufwandes der Pflegekräfte sind für die Charité CVK in Tabelle 7-5 dargestellt. Für die mobilen Patienten wurde ein Zeitaufwand für die „Unterstützung bei der Urinsammlung“ von 7 Minuten pro Patient angegeben. Weitere Nachfragen⁸ ergaben, dass dieser Zeitaufwand für die mobilen Patienten schon innerhalb der anderen Punkte der Tabelle 7-5 enthalten ist. Eine direkte Unterstützung benötigten diese Patienten nicht, so dass die angegebene Zeit nicht in der Kostenrechnung berücksichtigt wird. Damit ergibt sich ein durchschnittlicher Zeitmehraufwand für die mobilen Patienten der Station 61 von 14 min/Patient, der 6,44 €/Patient entspricht.

Tabelle 7-5: Mittelwerte des Zeitaufwandes des Pflegepersonals der Stat. 61 der Charité CVK pro Patient am Tag der Röntgenuntersuchung für die getrennte Urinsammlung

	Information / Abstimmung	Unterstützung bei der Urinsammlung	Einsammlung der Behälter	Sonstiges: z.B. Dokumentation
Zeitaufwand für mobile Patienten	6 min/Patient	7 min/Patient	5 min/Patient	3 min/Patient
Zeitaufwand für nicht mobile Patienten	7 min/Patient	11 min/Patient	6 min/Patient	3 min/Patient

Nach der Röntgenuntersuchung sind viele Patienten der Station 61 der Charité CVK nicht mobil, da sie aufgrund der Untersuchung, insbesondere nach der Angiographie, 8 bis 24 Stunden bettlägerig sind⁹. Die Punkte „Unterstützung bei der Urinsammlung“ und „Einsammlung der Behälter“ werden in der Kostenrechnung für die nicht mobilen Patienten nicht berücksichtigt, da diese Patienten aufgrund ihrer Bettlägerigkeit sowieso Hilfe bei der Urinsammlung benötigen. Für nicht mobile Patienten betrug die durchschnittliche Arbeitszeit somit 10 Minuten pro Patient, die mit Kosten von 4,60 €/Patient verbunden sind.

⁸ Information einer Stationsschwester der Station 61 am 28.03.2006

⁹ Information der Ansprechpartnerin im Projekt der Station 61 am 23.03.2006

Von den Patienten der Charité CVK liegen 108 Laufzettel mit Angaben zum Mobilitätsgrad der teilnehmenden Patienten vor, danach benötigten:

- 93 Patienten Hilfe bei der Urinsammlung
- 11 Patienten wurden teilweise unterstützt und
- 4 Patienten führten die Sammlung selbstständig durch.

Somit kann auf der Station 61 der Charité CVK von einem Anteil mobiler Patienten von ca. 4 % ausgegangen werden. Die wenigen Patienten, die teilweise unterstützt wurden, werden den nicht mobilen Patienten prozentual zugerechnet. Mit der Anzahl der insgesamt teilnehmenden Patienten ergeben sich Gesamtpersonalkosten von 32,20 € für 5 mobile Patienten und für 132 nicht mobile Patienten von 607,20 € im Untersuchungszeitraum.

Dieser durch die Laufzettel ermittelte Mobilitätsgrad unterscheidet sich von dem, der in der Machbarkeitsstudie [14] bestimmt wurde. Für alle Stationen des Krankenhauses wurden in der Projektphase 1 in der Radiologie folgende Mobilitätsdaten aufgenommen:

- 44 % der Patienten werden in einem Bett transportiert (nicht mobil)
- 11 % der Patienten werden in einem Rollstuhl transportiert (teilweise mobil)
- 44 % der Patienten kommen selbstständig zu Fuß in die Radiologie (mobil).

Bei vorzunehmenden Hochrechnungen der Personalkosten, sind die Mobilitätsdaten der Machbarkeitsstudie zugrunde zulegen, da sie sich auf das gesamte Krankenhaus beziehen.

Maria Heimsuchung Caritas-Klinik Pankow

In der Caritas-Klinik sind, im Gegensatz zur Charité CVK, auf den Fragebögen keine Zeitangaben unter dem Punkt „Sonstiges“ gemacht worden. Der gemittelte Zeitaufwand für das Pflegepersonal der Station 6 der Caritas-Klinik ist in Tabelle 7-6 dargestellt. Auch hier wurde nachträglich erfragt¹⁰, welche Tätigkeiten des Pflegepersonals explizit bei der Unterstützung der mobilen Patienten bei der Urinerfassung zu berücksichtigen sind. Die genannten Tätigkeiten betrafen nur die Information und Abstimmung sowie die Einsammlung der Behälter, die schon zeitlich bewertet wurden. Damit wird die durchschnittlich angegebene Zeit für die mobilen Patienten von 4 min/Patient für die Unterstützung bei der Urinerfassung nicht in der Kostenbetrachtung des Projektes berücksichtigt. Es ergibt sich somit der durchschnittliche Zeitaufwand für die mobilen Patienten von 11 Minuten pro Patient, die mit Kosten von 5,06 €/Patient verbunden sind.

Tabelle 7-6: Mittelwerte des Zeitaufwandes des Pflegepersonals der Stat. 6 der Caritas-Klinik Pankow pro Patient am Tag der Röntgenuntersuchung für die getrennte Urinsammlung

	Information / Abstimmung	Unterstützung bei der Urinsammlung	Einsammlung der Behälter
Zeitaufwand für mobile Patienten	6 min/Patient	4 min/Patient	5 min/Patient
Zeitaufwand für nicht mobile Patienten	16 min/Patient	46 min/Patient (4 min/Patient)	5 min/Patient

Die nicht mobilen Patienten der Station 6 der Caritas-Klinik werden in der Regel mit Windeln versorgt, da viele unter Inkontinenz leiden. In diesem Projekt ist es gerade bei diesen

¹⁰ Information der Ansprechpartnerin im Projekt der Station 6 am 28.03.2006

Patienten zu einem höheren Zeitaufwand für die getrennte Urinsammlung gekommen, der in der Kostenrechnung berücksichtigt wird. Da die Patienten aber in jedem Fall pflegerisch versorgt werden, wird der Zeitaufwand der für das Windeln der Patienten entstanden wäre, von dem ermittelten Zeitaufwand abgezogen. Für die Versorgung der nicht mobilen Patienten mit Windeln werden ca. 7 Minuten pro Vorgang benötigt. In der Regel werden diese Patienten 6-mal am Tag gewandelt. Für nicht mobile Patienten wurde ein durchschnittlicher Zeitaufwand von 46 Minuten pro Patient erfragt. Von dieser Zeit werden 42 Minuten abgezogen, die sich aus der täglichen Zeit für das Windeln eines Patienten ergeben. Für nicht mobile Patienten, die mobile Urinbehälter nutzen, werden die angegebenen 5 min/Patient für die Einsammlung der Behälter nicht in der Kostenrechnung des Projektes berücksichtigt, da die Einsammlung durch das Stationspersonal sowieso erfolgen muss. Damit wird der zusätzliche Zeitaufwand für nicht mobile Patienten von durchschnittlich 20 Minuten pro Patient den folgenden Berechnungen zugrunde gelegt. Es ergeben sich Kosten des Pflegepersonals pro nicht mobilem Patienten von 9,20 €

In der Caritas-Klinik waren Laufzettel von 36 Patienten mit Angaben zum Mobilitätsgrad vorhanden, die sich wie folgt verteilen:

- 4 Patienten benötigen Hilfe bei der Urinsammlung
- 3 Patienten benötigen Hilfe können aber auch teilweise die Urinsammlung selbständig organisieren
- 19 Patienten agieren selbstständig
- von 10 Patienten liegen keine Angaben vor.

Danach kann der Anteil der mobilen Patienten der Station 6 der Caritas-Klinik mit ca. 53 % angenommen werden und es ergeben sich Gesamtkosten für das Pflegepersonal von 116,38 € für 23 mobile Patienten. Die restlichen 47 % werden pauschal den nicht mobilen Patienten zugeordnet und es ergeben sich für die Betreuung der 21 nicht mobilen Patienten Personalkosten von 193,20 €

Auch in der Caritas-Klinik wurden im Rahmen der Machbarkeitsstudie [14] andere Mobilitätsdaten für das gesamte Krankenhaus aufgenommen. In der Untersuchungswoche im Juni 2004 wurden folgende Daten ermittelt:

- 52,6 % der Patienten werden in einem Bett transportiert (nicht mobil)
- 31,6 % der Patienten werden in einem Rollstuhl transportiert (teilweise mobil)
- 15,8 % der Patienten kommen selbstständig zu Fuß in die Radiologie (mobil).

Auch hier sollten für weitere Hochrechnungen die Daten der Machbarkeitsstudie als Grundlage gewählt werden, da sie für das gesamte Krankenhaus aufgenommen wurden.

Radiologiemitarbeiter

Als Berechnungsgrundlage dienen Personalkosten von 27,50 €/h (entsprechend 0,46 €/min). Die Ermittlung des Arbeitsaufwandes der Radiologiemitarbeiter erfolgte ebenfalls durch die Auswertung der Fragebögen (siehe auch Tabelle 4-5). Insgesamt beteiligten sich 7 Mitarbeiter an der Befragung. Ein benötigter Mehraufwand von durchschnittlich 37,5 min/Woche für Dokumentation und Koordination der Urinsammlung wurde insbesondere von den zwei Radiologiemitarbeitern der Charité CVK, die die Fragebogen ausfüllten, angegeben. Mit einem durchschnittlichen Aufkommen von 7 Patienten pro Woche, der Station 61 die an der Sammlung teilnahmen, ergibt sich ein Zeitaufwand von ca.

5 min/Patient. In der Caritas-Klinik Pankow wurden zum Zeitpunkt der Befragung nur wenige Patienten der Station 6 mit Röntgenkontrastmitteln untersucht und nur von einem Mitarbeiter wurde ein zusätzlicher Zeitaufwand von 3 min/Patient angegeben. Auch hier wird ein Personalmehraufwand von 5min/Patient angenommen. Auf dieser Grundlage sind in der Charité CVK Personalkosten von 315,10 € für 137 teilnehmende Patienten und in der Caritas-Klinik von 101,20 € für 44 Patienten im Untersuchungszeitraum entstanden.

Entsorgungsdienst

Die Personalkosten des internen Reinigungsdienstes werden mit 22,20 €/h angenommen, damit ergeben sich 0,37 €/min. Der Arbeitsaufwand für die Entsorgung des gesammelten Urins wurde ebenfalls mit Hilfe von Fragebögen ermittelt. Durchschnittlich wurde der benötigte Zeitaufwand für die Restabfallentsorgung in der Charité CVK mit 15 min pro Woche abgeschätzt und in der Caritas-Klinik mit 18 min pro Woche. Werden in einer zukünftigen Anwendung die mobilen Urinbehälter mit einem Gelbeutel versetzt direkt dem Restabfall zugegeben, wird weniger Zeit benötigt, da dieser Entsorgungsweg bereits auf den Stationen praktiziert wird. Für die Sonderabfallentsorgung wurde in der Charité der durchschnittliche Zeitaufwand von 91 min pro Woche angegeben. Diese Zeiten beinhalten Tätigkeiten für die Bereitstellung und Abholung der mobilen Urinbehälter. Der Zeitaufwand für die Sonderabfallentsorgung der Station 61 der Charité CVK ist relativ hoch, da dieser Entsorgungsweg nur intern für die Testphase des Projektes eingerichtet wurde. Für die Restabfallentsorgung ergeben sich so Personalkosten von 5,55 € pro Woche in der Charité CVK und in der Caritas-Klinik von 6,66 € pro Woche. Für die Sonderabfallentsorgung in der Charité CVK sind 33,67 €/Woche zu veranschlagen. Durchschnittlich wurden in der Charité CVK 7 Patienten pro Woche behandelt, in der Caritas-Klinik waren es 2, damit ergeben sich Personalkosten für den Entsorgungsdienst der Charité CVK bezüglich der Restabfallentsorgung von 0,79 €/Patient und in der Caritas-Klinik von 3,33 €/Patient. Für die Sonderabfallentsorgung, die nur in der Charité CVK durchgeführt wurde, ergeben sich Personalkosten von 4,81 €/Patient. Die Gesamtpersonalkosten des Entsorgungsdienstes werden prozentual bezüglich des gewählten Entsorgungsweges und der teilnehmenden Patienten berechnet (siehe Tabellen 7-1 und 7-2). In der Charité CVK betragen die Personalkosten des Entsorgungsdienstes insgesamt 50,22 € für die Restabfallentsorgung und bezüglich der Sonderabfallentsorgung 183,85 €. In der Caritas-Klinik betragen die Gesamtkosten der Entsorgungsmitarbeiter 80,73 €

Gesamtpersonalkosten (durch die Fragebögen ermittelt)

Tabelle 7-7: Gesamtpersonalkosten der Krankenhausmitarbeiter

	Charité CVK	Caritas-Klinik
Personalkosten Arzt	750,75 €	237,25 €
Personalkosten Pflegekräfte	639,40 €	309,58 €
Personalkosten Radiologiemitarbeiter	315,10 €	101,20 €
Personalkosten Entsorgungsdienst (Restabfall)	50,22 €	80,73 €
Personalkosten Entsorgungsdienst (Sonderabfall)	183,85 €	nicht ermittelt
Summe Gesamtpersonalkosten (Restabfall)	1.755,47 €	728,76 €
Summe Gesamtpersonalkosten (Sonderabfall)	1.889,10 €	nicht ermittelt

Insgesamt sind im Untersuchungszeitraum in der Charité CVK theoretische Gesamtpersonalkosten von 1.755,47 € (Restabfall) und 1.889,10 € (Sonderabfall) entstanden, in der Caritas-Klinik waren es 728,76 €. Die Gesamtpersonalkosten bezüglich der teilnehmenden Patienten und der gesammelten Urin- und Jodmenge sind in Tabelle 7-8 dargestellt. Diese Personalkosten wurden jeweils auf die Gesamtanzahl der teilnehmenden Patienten, das gesamte gesammelte Urinvolumen sowie die gesamte erfasste Jodmenge bezogen. Die Unterscheidung bezüglich Rest- und Sonderabfall bezieht sich ausschließlich auf die unterschiedlichen Kosten für die interne Entsorgung.

Tabelle 7-8: Bezogene Gesamtpersonalkosten der Krankenhausmitarbeiter

	Charité CVK		Caritas-Klinik
	Restabfall	Sonderabfall	Restabfall
Gesamtpersonalkosten pro Patient	12,81 €/Patient	13,79 €/Patient	16,56 €/Patient
Gesamtpersonalkosten pro Liter Urin	8,91 €/L	9,59 €/L	10,56 €/L
Gesamtpersonalkosten pro kg Jod	434,52 €/kg	467,60 €/kg	628,24 €/kg

7.1.4 Ermittelte Gesamtkosten

Der finanziell im Projekt entstandene Gesamtaufwand der Laufenden Kosten (Summe der entsprechenden Kosten der Tabellen 7-3, 7-4 und 7-8) unter Berücksichtigung der Bezugsgrößen pro Patient, pro Liter Urin und pro kg Jod ist in Tabelle 7-9 dargestellt. Die ermittelten Investitionskosten betragen für die Charité CVK ca. 170 € und für die Caritas-Klinik rund 100 €.

Tabelle 7-9: Ermittelte Gesamtkosten der Laufenden Kosten

Gesamtkosten	Charité CVK	Caritas-Klinik
Restabfallentsorgung pro Patient	15 €/Patient	19 €/Patient
Restabfallentsorgung pro Liter Urin	10 €/L	12 €/L
Restabfallentsorgung pro kg Jod	510 €/kg	720 €/kg
Sonderabfallentsorgung pro Patient	18 €/Patient	nicht ermittelt
Sonderabfallentsorgung pro Liter Urin	12 €/L	nicht ermittelt
Sonderabfallentsorgung pro kg Jod	604 €/kg	nicht ermittelt

Die ermittelten Kosten bestehen zum wesentlichen Anteil aus den Personalkosten der Krankenhausmitarbeiter. Bei der Restabfallentsorgung beträgt der Anteil der Personalkosten an den Gesamtkosten über 85 % und bei der Sonderabfallentsorgung sind es über 77 %.

Wassereinsparungen

Da die mobilen Patienten der Krankenhäuser mobile Behälter zur Urinsammlung nutzten, wurde überprüft, ob Erlöse aufgrund der Wassereinsparungen hinsichtlich der nicht benötigten Toilettenspülung zu erwarten sind. Theoretisch kann, unter der Annahme von 8 Toilettengängen pro Tag und einem Spülvolumen von 3–6 L, von einer Trinkwassereinsparung von ca. 24–48 L pro mobilem Patienten ausgegangen werden. Die daraus errechneten Einsparungen, auf Grundlage eines Trinkwasser- und Abwasserpreises von 4,774 €/m³ und einer Gesamtanzahl von 23 mobilen Patienten, betragen im Untersuchungs-

zeitraum maximal 5,27 € und werden aufgrund der Geringfügigkeit in der Kostenbetrachtung nicht berücksichtigt.

7.1.5 Kostenvergleich bezüglich der Machbarkeitsstudie

In der Machbarkeitsstudie [14] wurden den Kostenberechnungen die gleichen Stundensätze der Krankenhausmitarbeiter zugrunde gelegt. In der Tabelle 7-10 werden die Ergebnisse der zwei Projektphasen verglichen.

Tabelle 7-10: Ergebnisvergleich der zwei Projektphasen

	Charité CVK		Caritas-Klinik	
	Machbarkeitsstudie	Praktische Durchführung	Machbarkeitsstudie	Praktische Durchführung
Teilnahme der Patienten	100 %	59 %	88 %	60 %
Kosten pro L Urin (Sonderabfall)	6 €/L	12 €/L	7 €/L	nicht ermittelt
Kosten pro kg Jod (Sonderabfall)	193 €/kg	604 €/kg	227 €/kg	nicht ermittelt
Schwerpunktstationen	6	1	2	1
Erfasste Jodmenge (in 20 Wochen)	-	4,04 kg	-	1,16 kg
Jährlich erfassbares Jod der Schwerpunktstationen	67,3 kg/a (11,2 kg/a*Stat.)	Hochrechnung: 10,5 kg/a	19,4 kg/a (9,7 kg/a*Stat.)	Hochrechnung: 3,0 kg/a
Arbeitsaufwand Arzt	5 min/Patient	5 min/Patient	5 min/Patient	5 min/Patient
Arbeitsaufwand Radiologie	2 min/Patient	5 min/Patient	3 min/Patient	5 min/Patient
Arbeitsaufwand Pflege	4,3 min/Patient	12 min/Patient (Mittelwert mobile/nicht mobile Pat.)	3,4 min/Patient	16 min/Patient (Mittelwert mobile/nicht mobile Pat.)
Arbeitsaufwand interne Entsorgung (Sonderabfall)	90 min/Woche	91 min/Woche	30 min/Woche	nicht ermittelt

Die Kostenermittlung innerhalb der Machbarkeitsstudie erfolgte bezüglich der Sonderabfallentsorgung, daher können die Ergebnisse der Caritas-Klinik nur bedingt verglichen werden. Die höheren in der zweiten Projektphase ermittelten Kosten als in der Machbarkeitsstudie können vor allem auf die in der Testphase geringer eingeschätzten Personalkosten der Pflegekräfte und eine geringere Teilnahme der Patienten zurückgeführt werden. Auch ist die erfasste Jodmenge geringer als erwartet. Dagegen zeigt die

Abschätzung des Zeitaufwandes für die Ärzte, Radiologiemitarbeiter und Entsorgungsdienstleister gute Übereinstimmungen.

7.2 Kostenabschätzung für eine zukünftige Anwendung

Ausgehend von den im diesem Projekt ermittelten Daten, wird an dieser Stelle die Kostenrechnung für eine zukünftige Anwendung am Beispiel der Restabfallentsorgung neu abgeschätzt. Da bei einer Durchführung der Urinsammlung mit mobilen Urinbehältern in der Praxis von einem Routinebetrieb auszugehen ist, wird der Zeitaufwand der Krankenhausmitarbeiter (Ärzte, Radiologiepersonal, interner Entsorgungsdienst) neu abgeschätzt und in der Kostenrechnung berücksichtigt.

In diesem Projekt klärte der Arzt die Patienten über die getrennte Urinsammlung auf und forderte gleichzeitig den Patienten dazu auf, seine Einwilligung schriftlich zu hinterlegen. Dafür waren 5 Minuten für die meisten Ärzte ausreichend. Im Routinebetrieb, ist diese Einverständniserklärung nicht mehr notwendig und die Information kann wesentlich schneller erfolgen. Für die Kostenabschätzung wird 1 min/Patient für die Aufklärungsarbeit des Arztes veranschlagt.

Für die Pflegekräfte wird die benötigte Zeit mit 14 min/Patient abgeschätzt. Dies ist ein Mittelwert für mobile und nicht mobile Patienten (Tabelle 7-10) beider Krankenhäuser.

Vom Radiologiepersonal wurden insgesamt nur wenige Angaben gemacht. In der im Kapitel 7.1.3 dargestellten Kostenrechnung wurden 5 min/Patient als Zeitaufwand veranschlagt. Diese Zeit wurde hauptsächlich für Dokumentationsarbeiten benötigt. Auf den Laufzetteln der Patienten war das Datum und der Zeitpunkt der Röntgenuntersuchung zu notieren, weiterhin auch die applizierte RKM-Art und Menge. Im Routinebetrieb ist keine umfassende Dokumentation mehr nötig, lediglich die Untersuchungszeit muss auf den Laufzetteln angegeben werden, damit das Stationspersonal weiß, wann der Urinsammelzeitraum beginnt. Dafür wird im Folgenden 1 Minute als Zeitaufwand veranschlagt.

Der Zeitaufwand für die interne Entsorgung des Urins wird mit ca. 5 min/Woche abgeschätzt. Auf den Stationen befinden sich Restabfallentsorgungsbehälter die in der täglichen Routine vom internen Entsorgungsdienst geleert werden. Arbeitszeiten werden daher nur für die Bereitstellung der neuen mobilen Urinbehälter veranschlagt. Das wöchentliche Patientenaufkommen einer Krankenhausstation wird mit 5 Patienten abgeschätzt (Mittelwert der teilnehmenden Patienten pro Woche beider Krankenhäuser).

In Tabelle 7-11 sind die geschätzten Kosten pro Patient für eine zukünftige Urinsammlung in Krankenhäusern dargestellt.

Tabelle 7-11: Kostenschätzung für eine zukünftige Anwendung der Urinsammlung

	Kosten
Material (Behälter, Infoblätter, Gel)	1,90 €/Patient
Restabfallentsorgung	0,21 €/Patient
Zeitaufwand Arzt (1 min/Patient)	0,65 €/Patient
Zeitaufwand Pflegekräfte (14 min/Patient)	6,44 €/Patient
Zeitaufwand Radiologie (1 min/Patient)	0,46 €/Patient
Zeitaufwand Entsorgungsdienst (5 min/Woche und 5 Patienten pro Woche = 1 min/Patient)	0,37 €/Patient
Summe	10,03 €/Patient

Bezieht man die pro Patient ermittelten Kosten von ca. 10 € auf eine tägliche Urinmenge von 1,5 L, ergeben sich Kosten von rund 7 €/L Urin. Pro Patient wurden durchschnittlich im 20-wöchigen Untersuchungszeitraum 27 g organisches Jod verabreicht. Sofern die Urinsammlung über 24 Stunden durchgeführt wird, werden in dieser Zeit rund 98 % der verabreichten Menge ausgeschieden. Dies entspricht ca. 26,5 g. Mit diesen Annahmen ergeben sich Kosten von ca. 380 €/kg Jod.

Der wesentliche Kostenfaktor sind auch in dieser Abschätzung die Personalkosten, die knapp 80 % der Gesamtkosten pro Patient ausmachen.

Im Anhang 11.5 ist eine Hochrechnung der zu entsorgenden Urin- bzw. Jodmengen für alle Berliner Krankenhäuser dargestellt. Diese Hochrechnung beruht auf den Annahmen, der Erzielung des gleichen Erfassungsgrades sowie der Übertragbarkeit der Ergebnisse dieses Projektes auf andere Krankenhäuser (siehe auch Kapitel 9). Auf Grundlage der Kosten von 7 €/L Urin würden bei einer umfassenden Umsetzung der getrennten Urinsammlung für die Charité CVK jährliche Kosten von ca. 154.532 €/a (ca. 22.076 L Urin/a) entstehen und in der Caritas-Klinik Pankow wären es ca. 5.306 €/a (758 L Urin/a). Für alle Berliner Krankenhäuser ist insgesamt mit jährlichen Kosten von ca. 1.368.850 €/a (195.550 L Urin/a) unter diesen Voraussetzungen zu rechnen.

8 Bewertung

Es konnte gezeigt werden, dass die Sammlung von Urin mit mobilen Behältern eine praktikable Möglichkeit darstellt, um jodorganische Röntgenkontrastmittel an der Quelle hygienisch sicher zu erfassen.

Das Personal ist mit der Logistik der Sammlung vertraut. Die benötigten Gefäße werden auf den Stationen bereits verwendet. Als einschränkende Aspekte werden von den Krankenhausmitarbeitern vor allem der zusätzliche Zeitaufwand für Organisation und Dokumentation der getrennten Urinsammlung genannt. Die Entsorgung des gesammelten Urins als Restabfall sowie als Sonderabfall ist möglich.

Um eine umfassende Urinsammlung durchzusetzen, müssen Anreize und Vorgaben durch den Gesetzgeber geschaffen werden. In jedem Krankenhaus müsste es mindestens einen für die Umsetzung Verantwortlichen zum Beispiel den Umweltbeauftragten geben, der als Ansprechpartner zur Verfügung steht und die Urinsammlung regelmäßig überprüft. Auch müssten weiterhin Informationsflyer für die Patienten bereitgestellt werden, da die Entlastung der Umwelt ein wesentlicher Teilnahmegrund der Patienten war. Die im Projekt verwendeten Informationsmaterialien sind im Anhang 11.1 dargestellt und können als Vorlage dienen. Die getrennte Urinsammlung könnte auf allen Stationen des Krankenhauses durchgeführt werden, auf denen RKM-Patienten behandelt werden. Wichtig ist die umfassende Information des Krankenhauspersonals, die regelmäßig wiederholt werden sollte.

Ein wesentlicher Aspekt zur Umsetzung der dezentralen Urinsammlung, ist die Frage, wer die dadurch entstehenden Kosten trägt. Die Entlastung der Umwelt ist das Argument, welches zur Urinsammlung und damit zur Erfassung des organischen Jods motivieren könnte. Da freiwillige Verpflichtungen kaum umfassend umsetzbar sind und die Grenzwerte für eine Abwasserabgabe im Allgemeinen unterschritten werden, wäre die Umsetzung der dezentralen Urinsammlung nur nach Vorgabe durch den Gesetzgeber durchzusetzen. Eine Möglichkeit der Kostenübernahme der Joderfassung könnte nach dem Verursacherprinzip bei den RKM-Herstellern angesetzt werden.

Mit der Vorstellung und der Durchführung der Testphase dieses Projektes konnte ein einfach umzusetzendes dezentrales Erfassungskonzept mit mobilen Urinbehältern für Patientenurin aufgezeigt werden. Es wurde die separate Erfassung von Röntgenkontrastmitteln durch die Sammlung von Urin untersucht, mit dem gleichen Erfassungskonzept könnten auch Pharmaka, die hauptsächlich mit dem Urin ausgeschieden werden, an der Quelle im Krankenhaus gesammelt und separat entsorgt werden. Das öffentliche Interesse richtet sich verstärkt auf das Thema der Problematik der Arzneimittelstoffe im Wasserkreislauf. Insgesamt ist zukünftig mit einer wachsenden Emission von Arzneimitteln und RKM über Patienten in die Umwelt zu rechnen, da mit dem Erreichen eines immer höheren Lebensalters der Bevölkerung in den Industrieländern, auch das Auftreten von Krankheiten steigt. Mit der Sammlung des Patientenurins in Krankenhäusern, der mit Röntgenkontrastmitteln belastet ist, kann unter der Annahme der vollständigen Teilnahme aller entsprechenden Krankenhauspatienten rund die Hälfte der insgesamt verabreichten Gesamtmenge der RKM erfasst werden. Bei den Arzneimitteln wird diese Bilanz nicht so

günstig ausfallen, da die meisten Pharmaka ambulant angewendet werden. Jedoch ist der Ansatz der getrennten Erfassung von Pharmazeutika im Urin in Krankenhäusern sinnvoll, da hier die Patienten bei der Urinsammlung unterstützt werden können. Weiterhin kann durch die spezielle Urinsammlung im Krankenhaus eine Vorbildhaltung initiiert werden, die langfristig gesehen auf den ambulanten Bereich übertragen werden könnte.

9 Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Krankenhäuser und Entsorgungswege

Die Urinsammlung mit mobilen Urinbehältern, gehört zum Krankenhausalltag der Stationen bei bettlägerigen Patienten. Sammelbehälter sind in der Regel vorhanden, auch die im Projekt verwendeten mobilen Urinbehälter werden in Krankenhäusern verwendet. Für einige Untersuchungen wird der Urin der Patienten über den Zeitraum von 24 Stunden gesammelt. Mit den Akzeptanzuntersuchungen der Krankenhausmitarbeiter wurde auch ermittelt, ob die in dem Projekt realisierte Urinsammlung auf andere Stationen des Krankenhauses übertragbar sei. 75 % der befragten Ärzte gaben an, dass sie sich eine Urinsammlung mit der gleichen Vorgehensweise auch auf anderen Stationen vorstellen können. Die restlichen 25 % der Ärzte beantworteten diese Frage nicht. Von den Pflegekräften beider Krankenhäuser konnten sich 96 % vorstellen, dass die Urinsammlung auch auf anderen Stationen durchgeführt wird. 88 % der Befragten favorisierten die gleiche Vorgehensweise, 4 % beantworteten die Frage nicht und 8 % waren mit der praktizierten Handhabung nicht einverstanden. Kritikpunkte waren in diesem Fall, dass die Aufklärungsarbeit der Ärzte verbessert werden sollte sowie auch die Zusammenarbeit mit den Mitarbeitern der Radiologie. Insgesamt kann davon ausgegangen werden, dass dieses einfache, hygienisch sichere, praktikable und dezentrale Erfassungskonzept auch auf anderen Stationen im Krankenhaus umgesetzt werden kann.

In der Charité CVK, dem Universitätsklinikum, wie auch in der Maria Heimsuchung Caritas-Klinik Pankow, dem Krankenhaus der Grundversorgung, war die getrennte Urinsammlung der Patienten, die mit Röntgenkontrastmitteln untersucht wurden, relativ einfach möglich. Wesentliche Hinderungsgründe traten in beiden Krankenhäusern nicht auf, so kann davon ausgegangen werden, dass eine Urinsammlung zur Entlastung des Abwassers auch in weiteren Krankenhäusern durchgeführt werden kann.

Der durchschnittliche Erfassungsgrad bezüglich der verabreichten Jodmenge und des mit dem Urin erfassten Jods beider Krankenhausstationen betrug bei freiwilliger Teilnahme der Patienten 50 %. In Krankenhäusern wird zirka die Hälfte der insgesamt in Deutschland verabreichten Menge der Röntgenkontrastmittel appliziert. Die Hälfte der Molekülmasse der RKM wird vom Jod eingenommen. Ausgehend von den vor rund 10 Jahren abgeschätzten Verbrauchsmengen der RKM von ca. 15 t/a in Berlin [16], werden ca. 7,5 t/a organisches Jod in die Berliner Gewässer eingetragen. Wird in allen Berliner Krankenhäusern dieses dezentrale Erfassungskonzept umgesetzt und ein Erfassungsgrad von 50 % erreicht, könnte die organische Jodfracht des Abwassers um rund 25 % vermindert werden, dies entspricht einer Verringerung von ca. 1,9 t/a in Berlin. Steigerungspotentiale liegen in einer umfassenderen Teilnahme der stationären Patienten und damit einer Erhöhung des Erfassungsgrades und der Erweiterung der Urinsammlung auf ambulante Patienten.

Ausgehend von den Ergebnissen der beiden ausgewählten Krankenhäuser dieses Projektes wurde der jährliche Jodverbrauch in Form von RKM auf alle Berliner Krankenhäuser hochgerechnet (Darstellung der Berechnung im Anhang 11.5). Diese Berechnung ist eine Abschätzung unter den folgenden Annahmen:

- Datengrundlage sind die applizierten und erfassten Jodmengen im Krankenhaus bzw. der ausgewählten Stationen (die Durchschnittswochenwerte wurden auf ein Jahr hochgerechnet).
- In der Charité CVK wird die Übertragbarkeit der Ergebnisse der Station 61 auf das gesamte Krankenhaus mit 75 % abgeschätzt. In einem großen Krankenhaus ist aufgrund der Vielzahl der Stationen und sonstigen Einrichtungen mit einer geringeren Übertragbarkeit zu rechnen als in einem kleineren Krankenhaus.
- In der Caritas-Klinik Pankow wird die Übertragbarkeit der Ergebnisse der Station 6 auf das gesamte Krankenhaus mit 90 % abgeschätzt.
- Der Erfassungsgrad der untersuchten Stationen der beiden Krankenhäuser kann auch auf anderen Stationen des Krankenhauses erreicht werden.
- Die 22.477 vorhandenen Krankenhausbetten in Berlin¹¹ werden prozentual nach Bettengrößenklassen den untersuchten Krankenhäusern zugerechnet.

Nach dieser Hochrechnung, die viele Annahmen und somit Unsicherheitsfaktoren enthält, kann die jährlich in Berliner Krankenhäusern applizierte Jodmenge durch Röntgenkontrastmittel mit ca. 7,7 t/a abgeschätzt werden. Erfassbar wären davon unter den zuvor erläuterten Annahmen ca. 3,9 t/a. Diese Frachten sind etwa doppelt so hoch wie die zitierten Literaturdaten.

Um auch die Patienten der ambulanten Röntgenpraxen in das dezentrale Erfassungskonzept integrieren zu können, könnte die Entsorgung des zu sammelnden Urins als Restabfall gewählt werden. Durch die Abgabe von einem Informationsblatt, einem mobilen Urinbehälter und einem Gelpäckchen an die Patienten, könnten sie individuell ihren Urin sammeln und nach 24 Stunden als Restabfall, d. h. im Hausmüll, entsorgen.

¹¹ Stand am 31.12.2002 laut Senat für Gesundheit

10 Zusammenfassung

Das FE-Projekt der Kompetenzzentrum Wasser Berlin gGmbH „Getrennte Erfassung von jodorganischen Röntgenkontrastmitteln in Krankenhäusern“ wurde, nach der Erstellung einer Machbarkeitsstudie [14, 17], in zwei Berliner Krankenhäusern in einem 20-wöchigen Untersuchungszeitraum praktisch erprobt. Da jodorganische Röntgenkontrastmittel im Wasserkreislauf nachweisbar sind, wird mit diesem FE-Projekt das Ziel verfolgt, gängige Konzepte zu finden, um diese Belastung zu reduzieren. Diese Zielsetzung entspricht dem Vorsorgeprinzip und dem Minimierungsgebot der Trinkwasserversorgung.

Die RKM werden innerhalb von 24 Stunden fast vollständig und unmetabolisiert mit dem Urin der Patienten ausgeschieden. So bietet es sich an, diese Stoffe direkt an der Quelle zu erfassen. Die Urinsammlung wurde auf jeweils einer Station eines Universitätsklinikums und eines kleineren Krankenhauses der Grundversorgung mit mobilen Urinbehältern umgesetzt. Die Information und Aufklärung der betroffenen stationären Patienten erfolgte hauptsächlich durch die Ärzte sowie auch durch das Stationspersonal. Bei der praktischen Durchführung der Test- bzw. Demonstrationsphase war die Teilnahme der Patienten freiwillig. Durch bereitgestelltes Informationsmaterial wurden sie motiviert. Die eingesetzten mobilen Urinbehälter wurden aus hygienischer Sicht von den Beteiligten der Krankenhäuser fast ausschließlich als praktikabel und ideal bewertet, als völlig ungeeignet wurden sie in keinem Fall bezeichnet. Die Entsorgung des gesammelten Urins erfolgte nicht über den Abwasserpfad, sondern probeweise als Restabfall, nach der Zugabe eines Gels zur Verfestigung und als Sonderabfall. Weiterhin wurde der Urin auch Forschungseinrichtungen zur Verfügung gestellt, die Untersuchungen zum Jodabbau und zur Jodrückgewinnung durchführen.

In der Charité CVK, dem Universitätsklinikum, beteiligten sich an der freiwilligen Sammlung 59 % der betroffenen Patienten, in der Maria Heimsuchung Caritas-Klinik Pankow, dem Krankenhaus der Grundversorgung, waren es 60 %. Der durchschnittliche Erfassungsgrad bezüglich der verabreichten RKM der Station 61 betrug in der Charité CVK 58 % und für die Station 6 der Caritas-Klinik Pankow 42 %. Von dem gesammelten Urin wurden im wöchentlichen Rhythmus die AOI- und AOX-Konzentrationen bestimmt. Die AOX-Konzentration konnte fast vollständig auf die organischen Jodverbindungen der Röntgenkontrastmittel zurückgeführt werden. Der durchschnittlich im Urin der Patienten gemessene AOI betrug 18 g/L. Durch die Urinsammlung in der fünfmonatigen Testphase konnten insgesamt ca. 5,2 kg organisches Jod dem Abwasser ferngehalten werden.

Die Sammlung von Urin mit mobilen Behältern gehört zum Krankenhausalltag und könnte auf andere Patienten erweitert werden. Dabei ist darauf zu achten, dass alle beteiligten Personen informiert und der dokumentatorische Aufwand gering gehalten wird. Einzig die Identifizierung der Patienten die Röntgenkontrastmittel erhalten haben, zum Beispiel mit Laufzetteln ist wichtig. Der zusätzliche Zeitaufwand für die Krankenhausmitarbeiter betrug für Ärzte rund 5 Minuten pro Patient, für das Stationspersonal am Tag der RKM-Untersuchung im Mittel 13 min für mobile Patienten, 15 min für nicht mobile Patienten und für die Radiologiemitarbeiter durchschnittlich 38 Minuten pro Woche.

Die Akzeptanz der getrennten Urinsammlung war bei den beteiligten Krankenhausmitarbeitern und Patienten sehr hoch. Die Mehrzahl der befragten Ärzte der beiden Krankenhäuser unterstützte das Projekt mit guter Akzeptanz, 87 % des Pflegepersonals gaben eine gute bis volle Akzeptanz an. 97 % der befragten Patienten schätzten ihre eigene Akzeptanz von gut bis vollständig ein. Das wesentliche Motivationsmerkmal der Patienten war mit 89 % die Entlastung der Umwelt.

Während der Durchführung der Test- und Demonstrationsphase wurden drei Abwasseruntersuchungen der Caritas-Klinik Pankow über einen Zeitraum von zwei bis drei Wochen durchgeführt. Die durchschnittlichen AOX-Konzentrationen der Abwassermesskampagnen lagen im Bereich von 0,58 – 0,69 mg Cl/L und die mittleren AOI-Konzentrationen schwankten von 0,43 – 0,51 mg Cl/L. Damit wird bestätigt, dass das organische Jod der Röntgenkontrastmittel im Krankenhausabwasser einen wesentlichen Anteil des AOX ausmacht. Die durchschnittliche Jodfracht des Abwassers in den drei Untersuchungszeiträumen, als der Urin der RKM-Patienten auf einer Krankenhausstation gesammelt wurde, betrug 82 g/d. In diesen Zeiträumen wurden im gesamten Krankenhaus durchschnittlich 95 g/d organisches Jod in Form von Röntgenkontrastmitteln verabreicht. Nach Beendigung der Urinsammlung auf einer Station des Krankenhauses wurde eine weitere zweiwöchige Abwassermesskampagne durchgeführt, mit der Zielsetzung eine Verringerung der organischen Jodfracht im Abwasser und der AOI-Konzentration durch die Urinsammlung nachzuweisen. In dieser Abwassermesskampagne wurde der mittlere AOX von 0,60 mg Cl/L, eine mittlere AOI-Konzentration von 0,51 mg Cl/L und eine durchschnittliche organische Jodfracht des Abwassers von 100 g/d ermittelt. Durchschnittlich wurden in dieser Zeit 137 g/d organisches Jod als Röntgenkontrastmittel verabreicht. Durch den Vergleich der Jodfrachten wird eine Verminderung des Eintrags ins Abwasser durch die Urinsammlung tendenziell deutlich.

Die Gesamtkosten für eine zukünftige Urinsammlung in Krankenhäusern, die sich aus den Material-, Restabfallentsorgungs- und Personalkosten zusammensetzen, können mit ca. 10 €/Patient, 7 €/L Urin und rund 380 €/kg Jod abgeschätzt werden. Der wesentliche Anteil dieser Kosten ist zu knapp 80 % auf die Personalkosten zurückzuführen.

Ausgehend von dem in diesem FE-Projekt durchschnittlich erreichten Erfassungsgrad von 50 % der verabreichten Jodmenge in Form von Röntgenkontrastmitteln, könnte bei Umsetzung des dezentralen Erfassungskonzeptes in allen Krankenhäusern insgesamt ca. 25 % der verabreichten Jodmenge in Deutschland zurückgehalten werden, da der Gesamtverbrauch der RKM sich jeweils rund zur Hälfte auf Krankenhäuser und Röntgenpraxen verteilt.

In diesem Projekt konnte gezeigt werden, dass die getrennte Sammlung von Patientenurin mit einfachen, dezentralen Erfassungskonzepten mit mobilen Urinbehältern in Krankenhäusern hygienisch sicher durchgeführt werden kann.