

Aus dem Institut für Hygiene der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
(Direktorin: Frau Prof. Dr. med. habil. M. Borneff-Lipp)

**Postoperative Wundinfektionen nach aortokoronarer Bypassoperation:
Inzidenz im Vergleich, Revisionsoperationen und Aufenthaltsverlängerung
– eine Studie unter 2.621 Patienten**

Dissertation
zur Erlangung des akademischen Grades
Doktor der Medizin (Dr. med.)

vorgelegt
der Medizinischen Fakultät
der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

von Monika Vera Cristofolini
geboren am 01.07.1977 in Hannover

Gutachter:

1. Fr. Prof. Dr. med. M. Borneff-Lipp
2. Hr. Prof. Dr. med. H. Jakob
3. Hr. Prof. Dr. med. M. Trautmann

Öffentlich verteidigt: 06.04.2011

Bewertung: „cum laude“

Referat

Mit der Einführung der Diagnosis-Related-Groups (DRG) in Deutschland verlagert sich die ökonomische Verantwortung zunehmend auf die Ebene des Leistungserbringers, also auf den behandelnden Arzt bzw. auf das Krankenhaus. Die Behandlung sollte möglichst kostengünstig und ohne Verzögerung sein, damit die individuellen Ausgaben nicht oberhalb des mit der Pauschale festgelegten Erlöses liegen. Komplikationen wirken sich dabei nachteilig aus, da sie nicht nur die Verweildauer sowie die Behandlungskosten in die Höhe treiben, sondern auch eine Bettblockierung darstellen. Eine derartige Komplikation ist beispielsweise die nosokomiale Wundinfektion, wie sie Gegenstand der vorliegenden Arbeit war. Die Infektion ist dafür verantwortlich, dass Patienten nicht im regulären Zeitrahmen (unterhalb der oberen Grenzverweildauer) entlassen werden können.

Von 2004-2006 wurden an der Klinik für Herz- und Thoraxchirurgie des Universitätsklinikums Halle (Saale) 2.621 Patienten nach aortokoronarer Bypassoperation in die Studie eingeschlossen und auf die Inzidenz von postoperativen Wundinfektionen, Revisionsoperationen und Aufenthaltslänge untersucht.

4,5% des beobachteten Kollektivs wiesen eine Wundinfektion auf. Die Aufenthaltslänge wurde bei den Patienten mit Infektion signifikant überschritten. Wurde ein Patient ohne Wundinfektion durchschnittlich 14,5 Tage behandelt, steigerte sich dies bei den Patienten mit Wundinfektion auf durchschnittlich 42,2 Behandlungstage ($p < 0,001$). Auch kostenintensive Therapien, die mit der Behandlung der Wundinfektion verbunden sind, wurden vermehrt durchgeführt. Die chirurgische Wundrevision musste beispielsweise verstärkt an den Patienten mit Infektion durchgeführt werden. Auch stationäre Wiederaufnahmen waren überdurchschnittlich die Folge. Innerhalb des dreijährigen Beobachtungszeitraumes kam es zu einem Rückgang der Infektionsrate von 5,99% auf 3,86%, der zwar statistisch nicht signifikant war ($p = 0,11$), aber von klinischer Relevanz ist. Ein Rückgang der Revisionsoperationen und Verweildauerverkürzungen waren dadurch die Folge. Eine Verringerung der Inzidenz sollte allerdings nicht nur zuletzt aus wirtschaftlichen Gründen erfolgen, sondern auch um den Patienten Leid, Schmerzen sowie erneutes Narkoserisiko zu ersparen.

Cristofolini, Monika Vera: Postoperative Wundinfektionen nach aortokoronarer Bypassoperation: Inzidenz im Vergleich, Revisionsoperationen und Aufenthaltsverlängerung – eine Studie unter 2.621 Patienten
Halle, Martin-Luther-Universität, Med. Fak., Diss., 80 Seiten, 2010

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Definition der nosokomialen Infektion	1
1.2	Ursachen und Risikofaktoren	1
1.3	Epidemiologie	2
1.4	Klinisch-infektiologische Probleme der nosokomialen Infektionen	3
2	Zielstellung	5
2.1	Infektionsrate und Darstellung von Kosten	5
2.2	Hypothese	6
2.3	Stand der Wissenschaft	6
3	Material und Methoden	7
3.1	Stichprobe und Studiendesign	7
3.1.1	Setting	7
3.2	Surveillance nosokomialer Infektionen	8
3.2.1	Nationale Definition von nosokomialen Wundinfektionen	8
3.2.2	Einschlusskriterien	11
3.2.3	Ausschlusskriterien	12
3.3	Datenerfassung	12
3.4	Infektionsrate	15
3.5	Kostenrechnung	16
3.6	Statistische Testverfahren	16
4	Ergebnisse	17
4.1	Beschreibung des Patientenkollektivs	17
4.2	Krankenhausmortalität	19
4.3	Inzidenz	20
4.4	Diagnosezeitpunkt der Infektion	24
4.5	Erregerspektrum	25
4.6	Perioperativer Krankenhausaufenthalt	27
4.6.1	Erneute stationäre Aufnahme der Patienten ohne Wundinfektion	29
4.6.2	Gruppierung der Patienten mit nosokomialer Wundinfektion	30
4.6.3	Erneute stationäre Aufnahme der Patienten mit Wundinfektion	31
4.7	Revisionsoperationen	33
4.8	Rückgang der Infektionsrate	34
4.9	Fiktive Kostenberechnung	35
5	Diskussion	37
5.1	Auswirkungen der DRG auf deutsche Krankenhäuser	37
5.2	Infektionsraten im internationalen Vergleich	39
5.2.1	Gründe der Untererfassung von Infektionen	43
5.2.2	Daten des Nationalen Referenzzentrums	45
5.3	Erregerspektrum im Vergleich	49
5.4	Späte Diagnosestellung der Wundinfektion	51
5.5	Mortalitätsrate nach aortokoronarer Bypassoperation	52
5.6	Perioperative Aufenthaltsdauer im Vergleich	54
5.6.1	Erneute Einweisungen wegen postoperativer Komplikationen	57
5.6.2	Behandlungsregime der tiefen Wundinfektion	58
5.7	Kosten von nosokomialen Infektionen	60
5.8	Prävention von Infektionen	62
6	Schlussfolgerung	65
7	Zusammenfassung	70
8	Literatur	72
9	Thesen	79

Verzeichnis der Abkürzungen

ACI	Arteria carotis interna
ACB	Aortokoronare Bypassoperation
AKE	Aortenklappenersatz
ASA	(<i>engl.</i>) American Society of Anesthesiologists
BIP	Bruttoinlandsprodukt
CDC	(<i>engl.</i>) Centers for Disease Control and Prevention
KI	Konfidenzintervall
COPD	(<i>engl.</i>) Chronic Obstructive Pulmonary Disease
DRG	(<i>engl.</i>) Diagnosis-Related-Groups
HLM	Herz-Lungen-Maschine
HTC	Herz- und Thoraxchirurgie
IMC	(<i>engl.</i>) Intermediate Care
ITS	Intensivstation
KCI [®]	Kinetic Concepts, Inc.
KE	Klappenersatz
KISS	Krankenhaus-Infektions-Surveillance-System
MKE	Mitralklappenersatz
MIC	Minimal Invasive Chirurgie
MW	Mittelwert
NIDEP	Nosokomiale Infektionen in Deutschland: Erfassung und Prävention
NNIS	(<i>engl.</i>) National Nosocomial Infection Surveillance
NRZ	Nationales Referenzzentrum
NI	Nosokomiale Infektion
OECD	(<i>engl.</i>) Organization for Economic Cooperation and Development
OPCAB	(<i>engl.</i>) Off-Pump Coronary Artery Bypass Grafting
OPS	Operationen- und Prozedurenschlüssel
ORSA	Oxacillin-resistenter <i>Staphylococcus aureus</i>
p.o.	postoperativ
QUIMS [®]	Qualitäts- und Informationsmanagement System
RKI	Robert Koch-Institut
SD	(<i>engl.</i>) Standard Deviation, Standardabweichung
TKE	Trikuspidalklappenersatz
UKH	Universitätsklinikum Halle (Saale)
VATS	Videoassistierte Thorakoskopie
VSD	Ventrikelseptumdefekt

1 Einleitung

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der postoperativen nosokomialen Wundinfektion nach aortokoronarer Bypassoperation (ACB) und deren Auswirkungen sowohl auf den Patienten als auch auf die Wirtschaftlichkeit und Rentabilität des Krankenhauses.

1.1 Definition der nosokomialen Infektion

Eine Infektion wird als nosokomial bezeichnet, wenn sie im Krankenhaus erworben wurde und weder bei Patientenaufnahme noch in der Inkubationsphase vorhanden war (Geffers et al. 2002).

Nosokomiale Infektionen (NI) verursachen einen Großteil der Komplikationen während eines Krankenhausaufenthaltes und können maßgeblich am Erfolg oder Misserfolg einer Krankenhausbehandlung beteiligt sein. Sie führen in vielen Fällen zu erheblichen Unannehmlichkeiten, zu unnötigen Schmerzen und können im schlimmsten Fall zu dauerhaften gesundheitlichen Beeinträchtigungen oder gar zum Tod führen (Rüden et al. 1995).

Einer der bekanntesten Ärzte, der den Zusammenhang zwischen der Übertragung von Erregern durch Krankenhauspersonal wegen mangelnder Hygiene und Todesfolge unter Wöchnerinnen erkannte, war der ungarische Arzt Ignaz Philipp Semmelweis (1818-1865). Er führte in der Abteilung für Geburtshilfe am Wiener Allgemeinen Krankenhaus die Händedesinfektion mit Chlorkalklösung als hygienische Maßnahme ein (vgl. Klee-Bender et al. 1997).

1.2 Ursachen und Risikofaktoren

150 Jahre nach Semmelweis ist der Übertragungsweg von Erregern durch das Krankenhauspersonal auf den Patienten noch immer eine der häufigsten Ursachen für die Entwicklung nosokomialer Infektionen (Kampf und Kramer 2004).

Die Entstehung einer im Krankenhaus erworbenen Infektion muss aber heutzutage multifaktoriell gesehen werden.

Der Patient bringt selbst durch unabhängige Risikofaktoren wie hohes Alter, Adipositas, Einschränkung der Immunabwehr, Schwere der Grunderkrankung sowie Anzahl der Nebenerkrankungen ein steigendes Risiko für die Entwicklung einer Wundinfektion mit

(Bitkover und Gårdlund 1998, Engelmann et al. 1999, Gummert et al. 2002, Malone et al. 2002, Olsen et al. 2002, Herwaldt et al. 2006, López Gude et al. 2006).

Die Krankenhausumgebung fördert zusätzlich die Entstehung von nosokomialen Infektionen durch die Nähe zu anderen Patienten, kontaminierten Geräten sowie durch die Entwicklung von Erregern mit erhöhten Resistenzeigenschaften. Durch die Fortschritte der Medizintechnik, die bessere Methoden des Monitorings und der Pflege des Patienten ermöglichen, werden gleichzeitig neue Eintrittspforten für Erreger geschaffen (Geffers et al. 2002, Daschner et al. 2006).

In der vorliegenden Arbeit war die nosokomiale Wundinfektion nach aortokoronarer Bypassoperation Untersuchungsgegenstand. Zahlreiche Studien beschäftigten sich mit den Risikofaktoren, die eine nosokomiale Wundinfektion verursachen können. Risiken, die oftmals beim Patienten selbst liegen, wurden ebenso wie Krankenhaus-abhängige Faktoren statistisch bestätigt (Rebollo et al. 1996, Borger et al. 1998, Gummert et al. 2002, Kohli et al. 2003, Harrington et al. 2004, Fowler et al. 2005).

Als Standard für das perioperative invasive Monitoring gilt nach Larsen (2005) in der Kardiochirurgie das Vorhandensein einer arteriellen Kanülierung, eines zentralen Venenkatheters (teilweise eines mehrlumigen Pulmonalkatheters) und eines Blasenkatheters zur Kontrolle der Urinausscheidung. In speziellen Fällen ist die Durchführung der transösophagealen Echokardiographie intra- und postoperativ (p.o.) erforderlich. Dieses umfassende und essentielle Monitoring birgt jedoch die Gefahr, dass nosokomiale Erreger über die Fremdkörper, so genannte Devices, eindringen können (Daschner et al. 2006).

1.3 Epidemiologie

Nosokomiale Infektionen stellen in Deutschland ein zunehmendes Problem dar: Im Zeitraum von 1993 bis zum Jahre 1997 nahmen die nosokomialen Infektionen in deutschen Krankenhäusern um etwa 13% von 750.000 auf 850.000 Patienten zu (Bodmann 2001). Im Rahmen der in Deutschland 1994 durchgeführten NIDEP-Studie (Nosokomiale Infektionen in Deutschland: Erfassung und Prävention) wurden ca. 15.000 Patienten an 72 Krankenhäusern auf Nosokomialinfektionen untersucht. Die Prävalenz von nosokomialen Infektionen betrug in dieser bundesweiten Studie 3,5% (Rüden et al. 1995).

Besondere Bedeutung kam den postoperativen Wundinfektionen mit 15,1%, den Infektionen der unteren Atemwege mit 19,7% sowie den nosokomial erworbenen Harnwegsinfektion mit 40,2% zu. Die primäre Sepsis machte 7,9% der Infektionen aus. Drei Viertel aller nosokomialen Infektionen entfallen somit auf diese vier genannten Infektionen (Rüden et al. 1995).

Nach aortokoronarer Bypassoperationen variiert die Inzidenz von postoperativen Wundinfektionen in internationalen Studien von 0,75% bis 12,4% (Borger et al. 1998, Mc Concey et al. 1999).

1.4 Klinisch-infektiologische Probleme der nosokomialen Infektionen

Mit dem Auftreten einer nosokomialen Infektion entstehen zahlreiche Komplikationen und Probleme sowohl für den Patienten als auch für das Krankenhaus.

Das Mortalitätsrisiko für einen an einer nosokomialen Pneumonie bzw. Sepsis erkrankten Patienten ist mehr als doppelt so hoch gegenüber einem vergleichbaren Patienten ohne eine derartige Infektion (Girou und Brun-Buisson 1996). Die tiefe Wundinfektion bzw. die Mediastinitis nach aortokoronarer Bypassoperation ist auch nach heutigen Therapiekonzepten mit einer Mortalitätsrate von über 20% belastet (Gummert et al. 2002, Bojar 2005).

Darüber hinaus sind sozioökonomische Folgen der NI von erheblicher Bedeutung.

Eine der Zielgrößen war mit der Einführung der DRG 2003 in Deutschland die Abschaffung bestehender (Fehl)-Anreize zur Verlängerung der Verweildauer. Tatsächlich lässt sich bereits seit ca. 20 Jahren eine stetige Verkürzung der Verweildauer in deutschen Krankenhäusern sowie eine kontinuierlich steigende Fallzahl beobachten (Roeder und Hensen 2009).

Nosokomiale Infektionen führen aber auf Grund ihrer oftmals komplikationsreichen Verläufe in der Regel zu einem längeren Krankenhausaufenthalt des Patienten sowie zu einer Bettblockierung und Behinderung im weiteren Ablauf (Andersen 1998, Moerer und Burchardi 2006).

Die durchschnittliche Verweildauer eines Patienten nach ACB liegt zwischen 8,7 und 14 Tagen. Bei einem Patienten mit postoperativer Wundinfektion liegt die durchschnittliche Aufenthaltslänge bereits zwischen 22,1 und 35 Tagen (Borger et al. 1998, Jakob et al. 2000, Kohli et al. 2003, Toumpoulis et al. 2005)

Weinstein (1998) schätzte die Kosten für nosokomiale Infektionen in den USA für das Jahr 1995 auf 4,5 Milliarden US Dollar. Eine detaillierte Kostenrechnung wurde nicht dargestellt. Die Studie berücksichtigte wahrscheinlich nur die betriebswirtschaftlichen Kosten (Kosten des Krankenhauses), wie z.B. längere Verweildauer, höherer Personalbedarf, erneute Operationen und zusätzlichen Materialbedarf. Sicherlich flossen bei dieser Studie nicht alle Gemeinkosten – Kosten, die nur mit Hilfe von Verteilungsschlüsseln auf die Kostenstellen bzw. Kostenträger umgelegt werden, z.B. Strom, kalkulatorische Mieten u.ä. – ein (Wöhe 1993, Frank 1995).

Seit mehreren Jahrzehnten ist die Kostendarstellung von nosokomialen Infektionen immer wieder Gegenstand von Studien. Auf Grund der komplexen Kostenrechnung sind nur wenig aussagekräftige Arbeiten vorhanden.

Die Häufung von Krankenhausinfektionen wird auch zunehmend von den Medien mit Interesse verfolgt. Die Süddeutsche Zeitung machte im September 2007 mit dem Titel „Wenn das Krankenhaus krank macht“ auf das Thema der nosokomialen Infektionen in deutschen Krankenhäusern aufmerksam. In dem Artikel wird auf mangelnde Hygiene an einigen deutschen Krankenhäusern hingewiesen sowie auf den teilweisen wahllosen und unnötigen Einsatz von Antibiotika, der als Ursache multiresistenter Erreger angesehen wird (von Hardenberg 2007). Der Spiegel recherchierte mit dem Artikel 2007 in der 9. Ausgabe „Stumpfe Wunderwaffen – An deutschen Kliniken breiten sich Antibiotika-resistente Keime aus“ über das Thema der Sepsis durch multiresistente Erreger in deutschen Krankenhäusern und dem damit verbundenen erhöhten Mortalitätsrisiko (Stockinger 2007).

Auf Grund der zunehmenden Information durch die Medien könnten betroffene Patienten möglicherweise Regressansprüche an Krankenhäuser und Ärzte stellen. Kosten durch Prozesse und Zahlungen von Schmerzensgeld sind zwar in der Regel durch die Haftpflichtversicherungen gedeckt – der Imageschaden für das Krankenhaus ist aber erheblich. Eine erhöhte Rate der NI wird auch künftige Ratings und Rankings und damit auch die Ertragslage des Krankenhauses negativ beeinflussen.

Jedes Krankenhaus sollte sich deshalb zum Ziel setzen, die Infektionsrate deutlich zu senken – nicht nur im Hinblick auf den Patienten, sondern auch aus Kosten-, Ertrags- und Imagegründen.

2 Zielstellung

2.1 Infektionsrate und Darstellung von Kosten

Ziel der Untersuchung war es, sowohl die Kosten als materielle Kosten und Zeitkosten der Patienten mit postoperativen Wundinfektionen sowie die Infektionsrate darzustellen.

Im Speziellen wurde untersucht:

- Erfassung der jährlichen Infektionsrate unter allen eingeschlossenen Patienten (n = 2.621) innerhalb eines dreijährigen Beobachtungszeitraumes sowie einem Jahr Nachbeobachtung.
- Vergleich der Infektionsrate mit den Raten des Nationalen Referenzzentrums (NRZ).
- Die Verlängerung der Verweildauer durch eine postoperative Wundinfektion im Vergleich zur Verweildauer der Patienten ohne postoperative Wundinfektionen.
- Die Anzahl an Revisionsoperationen, die auf Grund der nosokomialen Infektionen durchgeführt werden mussten, im Vergleich zu den Revisionsoperationen der Patienten ohne Wundinfektion.
- Die Anzahl und Länge der erneuten stationären Aufenthalte der Patienten mit postoperativer Wundinfektion im Vergleich zu den Patienten ohne nosokomialer Wundinfektion.

Die Ergebnisse der Studie sollten zeigen, dass eine Verringerung der Infektionsrate nicht nur im Sinne des Patienten, sondern auch für ein ökonomisch handelndes Krankenhaus elementar wichtig ist.

Als praktikable Ausgangsbasis erschien die Klinik für Herz- und Thoraxchirurgie (HTC) des Universitätsklinikum Halle (Saale) (UKH), da sie bereits an einer Erfassung nosokomialer Infektionen durch das Krankenhaus-Infektions-Surveillance-System (KISS) teilnahm und demzufolge Patienten mit nosokomialen Wundinfektionen prospektiv durch geschultes Hygienefachpersonal erfasst wurden.

Eine Besonderheit dieser Klinik stellte das Patientenkollektiv dar. Auf Grund des hohen Durchschnittsalters der Patienten, der Schwere des operativen Eingriffes verbunden mit langen Operationszeiten sowie in vielen Fällen multiple Nebenerkrankungen, wiesen diese Patienten zahlreiche Risikofaktoren für eine nosokomiale Infektion auf (Roy et al. 2000, Harrington et al. 2004, Leong et al. 2006).

2.2 Hypothese

Die Kosten nosokomialer Wundinfektionen überschreiten die durch die DRG erzielten Finanzmittel. Besonders bei Patienten mit schweren nosokomialen Wundinfektionen verlängert sich die Verweildauer im Krankenhaus erheblich. Zusätzliche Untersuchungen und therapeutische Maßnahmen, wie beispielsweise die Revisionsoperationen wegen der Infektion verursachen Kosten, die nur unzulänglich gedeckt werden. Die zusätzlichen Kosten belasten die Kostenrechnung – insbesondere die Kostenstellen und Kostenträger der betroffenen Klinik.

2.3 Stand der Wissenschaft

Der Kostenaufwand nosokomialer Infektionen wurde bereits mehrfach durch Studien belegt. Eine genaue Kostenrechnung konnte jedoch unseres Wissens keine der Studien liefern.

Graves (2004) schätzte in einer britischen Studie die Kosten von allen nosokomialen Infektionen auf ca. 1 Mrd. Pfund im Jahr. Eine transparente Kostenrechnung war in dieser Studie allerdings nicht vorhanden.

Die Studiengruppe Hollenbeak et al. (2000) bezifferten die durchschnittlichen Gesamtkosten für eine komplikationslose aortokoronare Bypassoperation an einem Patienten mit niedrigem Risiko auf annähernd \$ 11.002. Bei einem Patienten mit einer tiefen Wundinfektion bzw. Mediastinitis müssen durchschnittlich \$ 18.938 pro Patient dazu addiert werden. Aber auch in diese ausführlich angelegte Kostenanalyse gehen keine indirekten Kosten mit ein, die den Betrag eventuell weiter nach oben setzen würden.

Jenney et al. (2001) versuchten ebenfalls die Kosten der postoperativen Wundinfektion nach aortokoronarer Bypassoperation zu ermitteln. Aber auch in dieser Studie wurde weder auf die indirekten Kosten eingegangen, noch wurden alle direkten Kosten, wie Revisionsoperationen und Verbrauch von zusätzlichem Material, Personalkosten etc. erfasst. Obwohl auch in Australien die DRG genutzt werden, konnte der Erlös durch die DRG nicht mit den Ausgaben für einen Patienten mit Wundinfektion verglichen werden. Es ist zu vermuten, dass die Komplexität des Systems eine genaue Kostenkalkulation gerade bei komplikationsreichen Verläufen erheblich erschwert.

3 Material und Methoden

3.1 Stichprobe und Studiendesign

Für die vorliegende Untersuchung wurde ein deskriptives Design mit retrospektiven und prospektiven Anteilen gewählt. Die Patienten mit Wundinfektionen wurden prospektiv eingestuft. Die Auswertung der Daten aller Patienten erfolgte retrospektiv.

Alle Patienten, die sich im Zeitraum von 2004 bis einschließlich 2006 einer aortokoronaren Bypassoperation unterzogen, wurden eingeschlossen (n = 2.621).

Für die Diagnose der nosokomialen Wundinfektion wurden die Kriterien des Centers for Disease Control and Prevention (CDC) verwendet.

Um die verlängerte Aufenthaltsdauer der Patienten mit nosokomialen Wundinfektionen zu bestimmen sowie Unterschiede im diagnostischen und therapeutischen Bereich festzustellen, wurden die 2.503 Patienten ohne Infektion der Patientengruppe mit Infektion (n = 118) gegenübergestellt und mit dieser verglichen.

Der Studienzeitraum betrug 36 Monate (vom 01.01.2004 bis zum 01.01.2007). Nach Abschluss des Studienzeitraums am 01.01.2007 wurden alle Studienpatienten noch 12 Monate bis zum 01.01.2008 beobachtet, um eventuelle stationäre Wiederaufnahmen bzw. Infektionen innerhalb eines Jahres nach der Operation zu erfassen.

3.1.1 Setting

Das Universitätsklinikum Halle (Saale) ist ein Krankenhaus der Maximalversorgung mit 16 Kliniken und 17 Instituten sowie 18 Departments.

Die vorliegende Studie wurde an der Klinik für Herz- und Thoraxchirurgie durchgeführt. Diese Klinik besteht aus zwei Normalstationen mit insgesamt 40 Betten, einer Intermediate Care (IMC) mit 10 Betten sowie einer Intensivstation (ITS) mit 12 Betten. Insgesamt verfügt die Klinik für Herz- und Thoraxchirurgie über 62 Betten.

In den Jahren des Studienzeitraumes von 2004 bis 2006 führte die HTC insgesamt 5.326 operative Eingriffe durch. Ein großer Anteil der durchgeführten Operationen fällt mit fast 50 Prozent auf die aortokoronare Bypassoperationen.

3.2 Surveillance nosokomialer Infektionen

Seit 2003 wird die Klinik in die Surveillance nosokomialer Infektionen entsprechend des Nationalen Referenzzentrums Berlin mit eingeschlossen. Unter Surveillance von postoperativen Wundinfektionen ist die fortlaufende, systematische Erfassung, Analyse und Interpretation der Wundinfektionsdaten zu verstehen (Geffers et al. 2002). Dazu gehört die aktuelle Mitteilung der Infektionsdaten an die Ärzte und das Pflegepersonal (Bodmann 2001).

Die Einstufung der postoperativen nosokomialen Infektionen erfolgt durch Hygienefachpersonal des UKH, das die chirurgische Abteilung zweimal pro Woche visitiert.

Durch Ärzte und Pflegepersonal werden sie über aktuelle Infektionsfälle informiert. Zusätzlich wird jede Patientenakte auf Hinweise für eine Wundinfektion untersucht. Dazu gehört die Inspektion der Befunde der mikrobiologischen Untersuchungen von Wundabstrichen, die Dokumentation vom Pflege- sowie vom ärztlichen Personal über die Wundverhältnisse, die Fieberkurve sowie Berichte über die Durchführung von Revisionsoperationen bzw. Wunddebridements und die Anlage spezieller Verbände wie beispielsweise des Vakuumverbandes der Firma Kinetic Concepts, Inc. (KCI®).

Das Hygienefachpersonal ist nicht an der Klinik für Herz- und Thoraxchirurgie angestellt und kann deshalb als unabhängige Beobachter die Surveillance nosokomialer Infektionen neutral durchführen.

3.2.1 Nationale Definition von nosokomialen Wundinfektionen

Die Einstufung der nosokomialen Infektionen erfolgt nach den für Deutschland adaptierten Definitionen der CDC des Robert Koch-Instituts (RKI).

In Anlehnung an die Definitionen der nosokomialen Infektionen der CDC entstand die Version, die in Deutschland zur Einstufung von nosokomialen Infektionen Anwendung findet. Danach werden nosokomiale Wundinfektionen von A1 bis A3 eingeteilt.

Vereinfacht dargestellt entspricht die Einteilung des Schweregrades der Wundinfektionen den folgenden drei Punkten:

A1: Postoperative oberflächliche Wundinfektionen

A2: Postoperative tiefe Wundinfektion

A3: Infektionen von Räumen und Organen im Operationsgebiet

Eine ausführliche Beschreibung der einzelnen Wundinfektionen von A1 bis A3 nach den CDC-Definitionen des Robert Koch-Instituts ist der Tabelle 1 zu entnehmen.

Tabelle 1: Definitionen der CDC (2008) für postoperative Wundinfektionen

<p>A1 Postoperative oberflächliche Wundinfektionen</p> <p>Infektionen an der Inzisionsstelle innerhalb von 30 Tagen nach der Operation, die nur Haut oder subkutanes Gewebe einbezieht, und eines der folgenden Kriterien trifft zu:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Eitrige Sekretion aus der oberflächlichen Inzision.2. Kultureller Nachweis von Erregern aus einem aseptisch entnommenen Wundsekret oder Gewebe von der oberflächlichen Inzision.3. Eines der folgenden Anzeichen: Schmerz oder Berührungsempfindlichkeit, lokalisierte Schwellung, Rötung oder Überwärmung, und Chirurg öffnet die oberflächliche Inzision bewusst. Dieses Kriterium gilt jedoch nicht bei Vorliegen einer negativen mikrobiologischen Kultur von der oberflächlichen Inzision.4. Diagnose des behandelnden Arztes.
<p>A2 Postoperative tiefe Wundinfektion</p> <p>Infektion innerhalb von 30 Tagen nach der Operation (innerhalb von einem Jahr, wenn Implantat¹ in situ belassen), und Infektion scheint mit der Operation in Verbindung zu stehen und erfasst Faszien- und Muskelgewebe, und eines der folgenden Kriterien trifft zu:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Eitrige Sekretion aus der Tiefe der Inzision, aber nicht aus dem operierten Organ bzw. der Körperhöhle, da solche Infektionen dann zur Kategorie A3 gehören würden.2. Spontan oder vom Chirurgen bewusst geöffnet, wenn der Patient mindestens eines der nachfolgenden Symptome hat: Fieber (> 38°), lokalisierter Schmerz oder Berührungsempfindlichkeit. Dieses Kriterium gilt jedoch nicht bei Vorliegen einer negativen mikrobiologischen Kultur aus der Tiefe der Inzision.3. Abszess oder sonstiges Zeichen der Infektion, die tieferen Schichten betreffend, sind bei der klinischen Untersuchung, während der erneuten Operation, bei der histopathologischen Untersuchung oder bei radiologischen Untersuchungen ersichtlich.4. Diagnose des behandelnden Arztes.
<p>A3 Infektionen von Räumen und Organen im Operationsgebiet</p> <p>Infektionen innerhalb von 30 Tagen nach der Operation (innerhalb von einem Jahr, wenn Implantat in situ belassen), und Infektion scheint mit der Operation in Verbindung zu stehen und erfasst Organe oder Körperhöhlen, die während der Operation geöffnet wurden oder an denen manipuliert wurde, und eines der folgenden Kriterien trifft zu:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Eitrige Sekretion aus einer Drainage, die Zugang zu dem Organ oder Körperhöhle im Operationsgebiet hat.2. Kultureller Nachweis von Erregern aus einem aseptisch entnommenen Wundsekret oder Gewebe aus einem Organ bzw. der Körperhöhle im Operationsgebiet.3. Abszess oder sonstiges Zeichen einer Infektion des Organs bzw. der Körperhöhle im Operationsgebiet ist bei klinischer Untersuchung, während der erneuten Operation, bei der histopathologischen Untersuchung oder bei radiologischen Untersuchungen ersichtlich.4. Diagnose des behandelnden Arztes.

¹Unter einem Implantat versteht man einen Fremdkörper nicht-menschlicher Herkunft, der einem Patienten während einer Operation auf Dauer eingesetzt wird und an dem nicht routinemäßig für diagnostische Zwecke manipuliert wird [Hüftprothesen, Gefäßprothesen, Schrauben, Draht, künstliches Bauchnetz, Herzklappen (vom Schwein oder synthetisch)]. Menschliche Spenderorgane (Transplantate), wie z.B. Herz, Niere und Leber, sind ausgeschlossen.

Wundinfektionen nach einer aortokoronaren Bypassoperation können sich im Bereich der Inzision, der Sternotomie und dem vorderen und mittleren Mediastinum entwickeln:

1. Prästernale Wundinfektion, die nur Haut und Subkutis betreffen; das Sternum ist stabil: laut Definition eine A1-Infektion
2. Sternale Wundinfektion, die Muskeln und Faszien betreffen: laut Definition eine A2-Infektion
3. Infektion, die das Mediastinum betreffen: laut Definition eine A3-Infektion

Im Bereich der Saphenektomie (Venenentnahmestelle) am Unter- und Oberschenkel

1. Oberflächliche Wundinfektionen, die Haut und Subkutis betreffen: laut Definition eine A1-Infektion
2. Tiefe Infektion von Faszien und Muskeln: laut Definition eine A2-Infektion
3. A3-Infektionen sind laut Definitionen in dem Bereich der Graftentnahmestelle nicht möglich

Die Studienpatienten mit postoperativen Wundinfektionen wurden bis zu einem Jahr nach der Operation noch erfasst, wenn die Infektionen anhand der CDC-Definitionen eindeutig als nosokomiale Wundinfektionen einzustufen waren.

Drahtcerclagen als Fremdmaterial zur Refixation des Sternums begründet die mögliche Einstufung der postoperativen NI nach den CDC-Definitionen auch bis zu einem Jahr nach der Operation, wenn sich die Infektion im Sternumbereich befindet.

Postoperative nosokomiale Wundinfektionen an den Graftentnahmestellen werden laut CDC des Robert Koch-Instituts bis zu 30 Tagen nach dem Zeitpunkt der Operation dokumentiert. In dem Bereich der Graftentnahmestellen werden keine Cerclagen bzw. kein Implantat in situ belassen, weshalb der Beobachtungszeitraum auf 30 Tagen begrenzt wird. Infektionen im Bereich der Graftentnahmestelle werden entweder in A1 (oberflächliche Wundinfektion) oder in A2 (tiefe Wundinfektion von Faszien und Muskeln) eingestuft. Eine A3-Infektion, die sich auf Räume und Organe im Operationsgebiet auswirkt, kann in diesem Bereich nach den CDC-Definitionen des Robert Koch-Instituts nicht entstehen.

Kam es bei einem Patienten zu mehr als einer Wundinfektionen, wurde jede Wundinfektion gesondert berücksichtigt und in der Statistik aufgeführt.

3.2.2 Einschlusskriterien

Der Studienzeitraum betrug drei Jahre vom 01.01.2004 bis zum 01.01.2007. Die Nachkontrolle der Patienten wurde bis zum 01.01.2008 durchgeführt.

Eingeschlossen wurden alle Patienten, an denen in diesem Zeitraum eine aortokoronare Bypassoperation durchgeführt wurde (n = 2.621).

Im Rahmen der Surveillance wurden prospektiv Patienten mit nosokomialer Wundinfektion in diesem Zeitraum erfasst (n = 118).

Die aortokoronare Bypassoperation konnte auch mit einer weiteren einzeitigen Operation kombiniert sein. Eingeschlossen wurden folgende operative Prozeduren:

1. Aortokoronare Bypassoperationen

- Mit Verwendung der Herz-Lungen-Maschine (HLM)
- Ohne Verwendung der HLM als Off-Pump Coronary Artery Bypass Grafting (OPCAB)
- Standard- sowie partielle Sternotomie als Verfahren der minimal invasiven Chirurgie (MIC)
- Mit und ohne Verwendung der Arteria thoracica interna
- Mit und ohne Verwendung der Arteria radialis
- Einfach-, zweifach-, dreifach- sowie vierfach Bypass

2. Kombinationseingriffe

- Herzklappenchirurgie: Aortenklappenersatz (AKE), Mitralklappenersatz oder Rekonstruktion (MKE) sowie Trikuspidalklappenersatz oder Rekonstruktion (TKE)
- Aorta Ascendensersatz
- Simultaneingriffe der Arteria carotis interna (ACI)
- Herztransplantation
- HeartMate II[®]-Implantation der Firma Thoratec[®]
- Operative Eingriffe der Lunge
- Operative Behandlung eines Ventrikulaneurysmas
- Ventrikelseptumdefekt (VSD) und VSD-Verschluss
- Entfernung von Myxomen

Folgende Operationsarten der Kombinationseingriffe wurden im Ergebnisteil in vier Operationsgruppen zusammengefasst:

1. Koronarchirurgie ohne zusätzlichem Eingriff

- Komplette arterielle Versorgung, Versorgung mit venösen Grafts
- OPCAB-Verfahren oder in extrakorporaler Zirkulation

2. Koronarchirurgie mit Herzklappenersatz (AKE, MKE, TKE)

- Mit zusätzlichem Eingriff an einem Aortenaneurysma/ Aorta Ascendensersatz
- Mit zusätzlichem Eingriff, z.B. Myxomentfernung

3. Koronarchirurgie mit Herztransplantation/ Implantation Kunstherz
 - HeartMate II®-Implantation der Firma Thoratec®
 - Mit Herztransplantation
4. Koronarchirurgie mit zusätzlichem Eingriff außer Herzklappenersatz
 - Mit zusätzlichem Eingriff an einem Aortenaneurysma/ Aorta Ascendensersatz
 - Mit zusätzlichem Eingriff, z.B. Myxomentfernung
 - Mit VSD-Verschluss
 - Mit operativer Behandlung eines Ventrikulaneurysmas
 - Mit zusätzlichem Eingriff an der Arteria carotis interna
 - Mit zusätzlichem Eingriff an der Lunge

Patienten mit zusätzlichen nosokomialen Infektionen wie beispielsweise Pneumonie, Harnwegsinfekt und/ oder Sepsis kombiniert mit postoperativer Wundinfektion, sind in der Studie eingeschlossen. Ebenso konnte das Patientenkollektiv ohne Wundinfektion zusätzlich an einer der genannten nosokomialen Infektionen, außer der postoperativen Wundinfektion, erkrankt sein.

3.2.3 Ausschlusskriterien

Operative Prozeduren, bei denen zusätzlich keine Anlage eines aortokoronaren Bypasses erfolgte, wie beispielsweise die Implantation eines Herzschrittmachers, wurden in der Studie nicht berücksichtigt.

Die ambulante Nachbetreuung der Patienten wurde in der Studie nicht erfasst. Ebenso wurde der therapeutische Verlauf der Patienten nach einer postoperativen Verlegung in eine andere Klinik wie beispielsweise die Klinik für Innere Medizin im Haus bzw. in ein anderes Krankenhaus nicht verfolgt.

Nach den CDC-Definitionen nicht eindeutig einzustufende Patienten wurden in der Patientengruppe mit NI nicht berücksichtigt.

3.3 Datenerfassung

Das Protokoll erfasst Patienten-, Operations- und postoperative Daten. Sämtliche Daten wurden mittels einer Excel®-Datenbank tabellarisch dargestellt.

Die Daten wurden den Patientenakten sowie der Datenbank des Qualitäts- und Informationsmanagement System (QUIMS®) bzw. dem Medizinischen Management Information Center digitaler Patientenakte der Gesellschaft für Wirtschaftsberatung und Informatik (ORDIS®/ ORBIS®) entnommen.

Die dokumentierten klinischen Daten des untersuchten Patientenkollektivs (n = 2.621) sind in der folgenden Tabelle 2 zusammengefasst.

Tabelle 2: Perioperative Daten der in die Studie eingeschlossenen Patienten (n = 2.621)

1. Präoperative Daten	Alter
	Geschlecht
	Aufnahmedatum
2. Intraoperative Daten	Operationsdatum
	Operationsdauer
	Art des Eingriffes mit Kombinationseingriffen
	American Society of Anesthesiologists (ASA)-Score
3. Postoperative Daten	Revisionsoperationen (innerhalb von 30 Tagen postoperativ)
	Aufenthaltsdauer auf den einzelnen Stationen (ITS, IMC, Normalstation)
	Dauer des Gesamtaufenthaltes
	Entlassungsart
	Erneute stationäre Einweisung auf Stationen der HTC, Dauer, Grund

Zu 1.: Das Alter der Patienten entspricht dem Alter zum Operationszeitpunkt. Die American Society of Anesthesiologists (ASA) Risikogruppe wurde dem Anästhesieprotokoll bzw. dem Aufnahmeprotokoll oder der QUIMS[®]-Dokumentation entnommen. Wobei folgende Einteilung gültig ist:

ASA 1: normaler, gesunder Patient

ASA 2: leichte Allgemeinerkrankung ohne Leistungseinschränkung

ASA 3: schwere Allgemeinerkrankung mit Leistungseinschränkung

ASA 4: schwere Allgemeinerkrankung, die mit oder ohne Operation das Leben des Patienten bedroht

ASA 5: Moribund, Tod innerhalb von 24 h mit oder ohne Operation zu erwarten (Larsen 2002).

Zu 2.: Daten der Operation wurden anhand dem QUIMS[®]- bzw. dem ORDIS[®]/ ORBIS[®] protokolliert bzw. dem Operationsprotokoll und Bericht entnommen.

Zu 3.: Die Gründe für die Revisionsoperationen (Revisionsoperationen auf Grund der NI wurden gesondert vermerkt) und die Dauer konnte der QUIMS[®] und ORDIS[®]/ ORBIS[®]- Dokumentation sowie dem Operationsprotokoll und Bericht entnommen werden. Nicht berücksichtigt wurden Operationen, die durch andere Kliniken durchgeführt wurden sowie Operationen, die nicht im Zusammenhang mit einer postoperativen Komplikation standen.

Die Aufenthaltsdauer auf den einzelnen Stationen sowie stationäre Wiederaufnahmen wurden aus dem Entlassungsbrief und dem ORDIS[®]/ ORBIS[®] ersichtlich. Die Berechnung der Gesamtaufenthaltsdauer erfolgte vom Aufnahmetag bis einschließlich Entlassungstag, wobei der Aufnahmetag und der Entlassungstag als jeweils nur einen halben Tag berechnet wurde.

Die Entlassungsart wie beispielsweise nach Hause oder in eine andere externe Klinik wurde der QUIMS[®]- Datenbank entnommen. Ist ein Patient während des Aufenthaltes in der Klinik für Herz- und Thoraxchirurgie verstorben, so wurde der Todeszeitpunkt dokumentiert. Zusätzlich wurde die

30 Tage In-Hospital Mortalität erfasst. Patienten, die bereits entlassen wurden bzw. nach den 30 Tagen verstorben sind, blieben dabei unberücksichtigt (Osswald et al. 2002).

Kam es zur erneuten stationären Aufnahme, so wurde bei den Patienten ohne postoperative Wundinfektion der Aufnahmegrund dokumentiert. Stationäre Wiederaufnahmen, die im nicht näheren Zusammenhang mit der aortokoronaren Bypassoperation standen, wurden nur aus Gründen der Vollständigkeit dokumentiert und nicht weiter ausgewertet.

Tabelle 3 erfasst die zusätzlichen Daten der 118 Patienten mit postoperativer Wundinfektion.

Tabelle 3: Perioperative Daten der Patienten mit nosokomialer Wundinfektion (n = 118)

1. Keimspektrum der Erreger	Erreger Erregerwechsel
2. Krankheitsfreies Intervall	In Tagen vom Zeitpunkt der Primär-OP bis zur Diagnose der NI
3. Lokalisation der NI	Im Bereich der Sternotomie/ Thorakotomie Im Bereich der Saphenektomie und/ oder der A. radialis-Entnahme
4. Einstufung der Infektion	Nach CDC: A1-A3
5. Revisionsoperationen	Grund/ Anzahl Dauer von Schnitt bis Naht in Minuten
6. Wiederaufnahme	Dauer in Tagen vom Entlassungszeitpunkt bis Wiederaufnahme Aufenthalt unterteilt in: Normalstation, Intensivstation, Intermediate Care Dauer des gesamten erneuten Aufenthaltes

Zu 1.: Der dokumentierte isolierte Erreger der Wundinfektion bezieht sich auf das Ergebnis des ersten Wundabstriches. Alle durchgeführten Abstriche wurden mit dem jeweiligen Erreger gelistet. Die mikrobiologischen Untersuchungen der Wundabstriche führte routinemäßig das Institut für Mikrobiologie des UKH (Direktor: Prof. Dr. Dr. A. Kekulé) durch.

Es wurden nur die Ergebnisse der Wundabstriche und Abstriche aus Drainagen, die Kontakt zu der Wundinfektion haben, aufgeführt. Die mikrobiologischen Auswertungen, beispielsweise von zentralen Venenkatheterspitzen oder mikrobiologische Untersuchungen des Trachealsekrets, blieben unberücksichtigt.

Zu 2.: Das krankheitsfreie Intervall ergibt sich aus der Dauer in Tagen vom Tag der Bypassoperation bis zum Tag der Diagnose der nosokomialen Infektion.

Zu 3.: Die Lokalisation der Wundinfektion wurde aus den Krankenakten entnommen und bezog sich auf den thorakalen Bereich als Zugangsweg zum Herzen bzw. auf den Bereich der Graftentnahmestelle der Saphenektomie am Unter- bzw. am Oberschenkel.

Zu 4.: Die Einstufung der Infektionen erfolgte, wie zuvor erwähnt, streng nach den CDC-Definitionen des Robert Koch-Institutes. Die Einstufungskriterien sind der Tabelle 1 zu entnehmen.

Zu 5.: Die Gründe für die einzelnen Revisionsoperationen lieferte der Operationen- und Prozedurenschlüssel (OPS) sowie der Operationsbericht. Die Operationszeiten (Schnitt bis Naht in Minuten) ergaben sich aus der QIUMS®-Dokumentation.

Zu 6.: Kam es zu einer erneuten stationären Aufnahme nach Entlassung, so wurde der Grund für die Wiederaufnahme dem Arztbrief des Einweisers und dem Entlassungsbrief nach Beendigung der Therapie entnommen. Die Behandlungsdauer auf den einzelnen Stationen (Normalstation, IMC und ITS) wurden dokumentiert.

Weitere notwendige Revisionsoperationen während des erneuten stationären Aufenthaltes wurden in der Statistik berücksichtigt und zu den gesamten Revisionsoperationen der Patienten mit postoperativen Wundinfektionen hinzu gerechnet.

3.4 Infektionsrate

Die Infektionsrate wurde aus dem Quotienten der Anzahl aller postoperativen Wundinfektionen einer Operationsart zur Anzahl aller Operationen dieser Art gebildet. Sie entspricht somit der Inzidenzrate, also der Anzahl der Infektionen innerhalb eines bestimmten Zeitraumes im Verhältnis zu der Anzahl der exponierten Personen.

In diese Infektionsrate gingen sowohl die Wundinfektionen des Thoraxbereichs als auch die Infektionen der Gefäßentnahmestelle mit ein. Entwickelte ein Patient zwei Wundinfektionen (im thorakalen und im Bereich der Gefäßentnahme), so wurden beide Wundinfektionen in der Statistik berücksichtigt.

Es wurde zusätzlich die Wundinfektionsrate in Anlehnung des Nationalen Referenzzentrums berechnet. Danach werden postoperative Infektionsraten bundesweit aus ausgewählten Zentren erfasst und in Risikokategorien eingeteilt. Um die Vergleichbarkeit zu gewährleisten, werden nur Patienten mit aortokoronarer Bypassoperation eingeschlossen, die keinen Kombinationseingriff, wie beispielsweise die Herzklappenoperation, erhielten.

Die Risikokategorien werden nach folgenden Kriterien bestimmt:

- Operationsdauer > 220 Minuten
- ASA Risikogruppe > 2
- Wundklassifikation > 2, wobei folgende Einteilung gilt:

1 aseptisch, 2 bedingt aseptisch, 3 kontaminiert, 4 septisch-infiziert

Dauert die Operation länger als 220 Minuten, so bekommt dieser Patient einen Punkt in der Risikokategorie. Einen weiteren Punkt erhält jeder Patient, dessen ASA-Risikogruppe größer als 2 ist. Kontaminierte bzw. septische Wundverhältnisse erhielten einen zusätzlichen Punkt.

3.5 Kostenrechnung

Eine exakte Zuordnung bzw. Verrechnung aller Kosten auf die einzelnen Stationen und damit genaue Kostenberechnung ist der Abteilung für Controlling des UKH zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht im Einzelnen möglich. Der durchschnittliche Tagessatz für alle Stationen der Herz- und Thoraxchirurgie, den die Abteilung Controlling kalkuliert, beläuft sich derzeit auf € 1.135,34 pro Behandlungstag. Die gesamten Aufenthaltstage der Patienten mit und ohne postoperative Wundinfektionen wurden mit diesem Tagessatz multipliziert und die Kosten fiktiv verglichen.

Da die Kosten einer Operationsminute derzeit noch nicht genau ermittelt worden sind, wurden die durchgeführten Revisionsoperationen nur als Zeitkosten in Minuten dargestellt.

3.6 Statistische Testverfahren

Die deskriptive Darstellung der erhobenen Ergebnisse erfolgte durch den arithmetischen Mittelwert, sowie durch die Berechnung der Standardabweichung (*SD*) als Streuungsmaß. Die Standardabweichung charakterisiert die Streuung um den Mittelwert einer Gruppe zusammengehöriger Daten.

Als alternatives Lagemaß wurde der Median (Zentralwert) gewählt. Der Median ist definiert als mittlerer Wert in der geordneten Reihe der Messwerte. 50% der Werte sind größer als der Median einer Messreihe und 50% kleiner. Da der Median einer Reihe von Messwerten nicht vom Auftreten von Ausreißern abhängt, da bei seiner Bestimmung nicht die Größe der extremen Messwerte benutzt wird, ist er gegen diese robust.

Die Auswertung des Vergleichs der Infektionsinzidenzen der Herz- und Thoraxchirurgie mit dem Nationalen Referenzzentrum erfolgte mit dem Einstichproben- χ^2 -Test gegen Normwert. Dabei werden für alle Tests p-Werte kleiner als 5% als signifikant angesehen. Entsprechend werden 95% Konfidenzintervalle angegeben.

Die Grundgesamtheit wurde mittels Kolmogorov-Smirnov-Test und dem Shapiro-Wilk-Test auf Normalverteilung überprüft und ergab eine, auch im Histogramm sichtbare, unsymmetrische Verteilung. Für die statistische Prüfung der mittleren Gesamtliegedauer der Patienten mit postoperativer Wundinfektion gegen die Patienten ohne Wundinfektion wurde deshalb der Mann-Whitney-U-Test zweier unabhängiger Stichproben verwendet.

Die Auswertung der Daten und der statistischen Testverfahren erfolgte durch SPSS Statistics 17.0.

4 Ergebnisse

4.1 Beschreibung des Patientenkollektivs

Im Zeitraum vom 01. Januar 2004 bis zum 01. Januar 2007 unterzogen sich 2.621 Patienten einer aortokoronaren Bypassoperation mit und ohne Kombinationseingriff an der Klinik für Herz- und Thoraxchirurgie des Universitätsklinikums Halle (Saale).

Von den 2.621 Patienten mit Zustand nach aortokoronarer Bypassoperation wurde bei 118 Patienten (4,5%) mindestens eine nosokomiale postoperative Wundinfektion nach den Kriterien der CDC diagnostiziert. Insgesamt wurden 127 postoperative Wundinfektionen an den 118 Patienten festgestellt.

In der Gruppe der Patienten ohne nosokomialer Wundinfektion waren der jüngste Patient zum Zeitpunkt der Operation 23 Jahre und der älteste Patient 91 Jahre alt. Das durchschnittliche Alter betrug 67 Jahre (*SD* 9,1). Unter den Patienten mit nosokomialer Wundinfektion waren der jüngste Patient 43 Jahre und der älteste Patient 85 Jahre mit einem Durchschnittsalter von 68 Jahren (*SD* 8,9).

Tabelle 4 stellt die Geschlechtsverteilung der Patienten beider Gruppen dar.

1.944 (74,17%) des gesamten Patientenkollektivs ($n = 2.621$) waren männlichen Geschlechts und 677 (25,83%) weiblich.

In der Gruppe der Patienten mit nosokomialer Wundinfektion ($n = 118$) waren 40,68% (48 Patienten) der Patienten weiblich, in der Gruppe ohne NI ($n = 2.503$) waren es nur 25,13% (629 Patienten).

Die verlängerte Operationsdauer von über 220 Minuten, die nach dem Nationalen Referenzzentrum in der Risikokategorie einen Punkt erhält, beträgt in der Patientengruppe mit Wundinfektion 22,03% der Patienten und in der Gruppe ohne Infektion 15,18% der Patienten.

Die ASA-Risikogruppe betrug sowohl in der Gruppe mit einer postoperativen Wundinfektion als auch in dem Kollektiv ohne Infektion im Durchschnitt 3 (Median 3). Patienten mit einem ASA-Score größer 2 erhalten nach dem Nationalen Referenzzentrum in der Risikokategorie für postoperative Wundinfektionen einen Punkt.

Tabelle 4: Geschlechtsverteilung der in die Studie eingeschlossenen Patienten und Operationsdauer; NI = Nosokomiale Infektion

	Mit NI (n = 118)	%	Ohne NI (n = 2.503)	%
Männlich	70	59,32	1874	74,87
Weiblich	48	40,68	629	25,13
Σ	118	100	2503	100
Operationsdauer > 220 min.	26	22,03	380	15,18
Operationsdauer ≤ 220 min.	92	77,97	2123	84,82
Σ	118	100	2503	100

In der Tabelle 5 sind die Operationsgruppen aufgeführt, die in dem Untersuchungszeitraum durchgeführt und eingeschlossen wurden. Im Teil Material und Methoden 3.2.2 „Einschlusskriterien“ sind die Operationsgruppen, die hier unter der Tabelle 5 zusammengefasst wurden, im Einzelnen dargestellt.

Tabelle 5: Anzahl der durchgeführten Prozeduren und Kombinationseingriffe; ACB = Aortokoronare Bypassoperation, KE = Klappenersatz, HTX = Herztransplantation/ Kunstherzimplantation, NI= Nosokomiale Infektion

Operationsart	Alle Patienten (n = 2.621)		Mit NI (n = 118)		Ohne NI (n = 2.503)	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
ACB	2.126	81,11	96	81,36	2.030	81,10
ACB + KE	410	15,65	18	15,25	392	15,66
ACB + HTX	5	0,19	0	0	5	0,20
ACB + sonstige OP	80	3,05	4	3,39	76	3,04
Σ	2.621	100	118	100	2.503	100

Der Hauptanteil der durchgeführten Operationen an dem Gesamtkollektiv entfällt auf die aortokoronare Bypassoperation ohne zusätzlichen Eingriff mit 81,11% (2.126 Patienten). Mit 15,64% (410 Patienten) folgen die Operationen mit Koronarchirurgie und Herzklappenersatz.

Die einzelnen Operationsarten sind bei beiden Patientengruppen gleichmäßig verteilt. Die Studienpatienten wurden ausschließlich in der Klinik für Herz- und Thoraxchirurgie beobachtet. Der weitere Verlauf nach Verlegung in ein anderes Krankenhaus bzw. in eine andere Klinik wurde nicht weiter verfolgt und dokumentiert.

72,31% der Patienten ohne Infektion wurden direkt nach Hause entlassen. Bei den Patienten mit postoperativer Wundinfektion waren es 54,24%.

Auf die Krankenhausmortalität wird unter Punkt 4.2 eingegangen. Die einzelnen Entlassungsarten sind der Tabelle 6 zu entnehmen.

Tabelle 6: Entlassungsart der Patienten (n = 2.621); NI = Nosokomiale Infektion

Entlassungsart	Alle Patienten (n = 2.621)		Mit NI (n = 118)		Ohne NI (n = 2.503)	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
	Nach Hause entlassen	1.874	71,50	64	54,24	1.810
Verlegung Kardiologie (UKH)	31	1,18	0	0	31	1,24
Verlegung im Hause, nicht Kardiologie	70	2,67	3	2,54	67	2,68
Verlegung in externe Klinik	354	13,51	16	13,56	338	13,51
Verlegung Pflegeheim/ Geriatrie	13	0,49	3	2,54	10	0,40
Verlegung direkt in Rehabilitation	125	4,77	12	10,17	113	4,51
Verstorben	153	5,84	20	16,95	133	5,31
Keine Angaben	1	0,04	0	0	1	0,04
Σ	2.621	100	118	100	2.503	100

4.2 Krankenhausmortalität

Von den 2.621 Patienten kam es in 153 Fällen (5,84%) postoperativ in der HTC zur Todesfolge. 20 Todesfälle (16,95%) ereigneten sich unter den 118 Patienten mit postoperativer Wundinfektion. Von den Patienten, die von einer tiefen Infektion von Räumen und Organen (A3-Infektion) betroffen waren, starben acht Patienten. Von den Patienten, die eine A2-Infektion entwickelten, verstarben drei Patienten. Fünf Todesfälle gab es unter den Patienten mit einer oberflächlichen Sternuminfektion und vier Todesfälle unter den Patienten mit einer A1-Infektion an den Extremitäten.

In 5,31% (133 Patienten) der Fälle kam es bei den Patienten ohne nosokomialer Wundinfektion (n = 2.503) zur Todesfolge. Die Mortalitätsrate entsprach der gesamten Aufenthaltsdauer der Patienten in der HTC.

Betrachtet man nur das Zeitintervall von 30 Tagen postoperativ, so erhält man folgende Mortalitätsraten: zwei Patienten (1,7%) verstarben innerhalb der ersten 30 Tage postoperativ bei den Patienten mit nosokomialer Wundinfektion (n = 118). 18 Patienten verstarben erst nach den 30 Tagen postoperativ. Darunter befanden sich auch neun Patienten mit oberflächlicher Wundinfektion.

118 Patienten (88,72%) von den insgesamt 133 Todesfällen bei den Patienten ohne Wundinfektion (n = 2.503) verstarben innerhalb der 30 Tage postoperativ.

Die 30 Tage In-Hospital Mortalität aller in die Studie eingeschlossener Patienten beträgt 4,58%. Demnach verstarben von den 2.621 Patienten insgesamt 120 innerhalb der ersten 30 Tage postoperativ; 33 Patienten erlitten den Tod nach 30 Tagen postoperativ, darunter 18 Patienten mit nosokomialer Wundinfektion.

4.3 Inzidenz

Postoperativ entwickelten 118 Patienten im Studienzeitraum von drei Jahren mindestens eine Wundinfektion. Somit ergibt sich eine Inzidenz auf die Patienten bezogen von 4,5%. Insgesamt wurden 127 postoperative Wundinfektionen an den 118 Patienten diagnostiziert. Bei sechs Patienten ergab sich sowohl eine Infektion an der Graftentnahmestelle, als auch eine Infektion im Bereich des Sternums. Bei drei Patienten entwickelte sich eine A1-Infektion zu einer Infektion höheren Grades. Somit beträgt die Inzidenz aller nosokomialen Wundinfektionen (n = 127) 4,85%.

Die Möglichkeit der Wundinfektion an der Entnahmestelle der Arteria radialis des Unterarmes ist nur auf Grund der Vollständigkeit erwähnt; in der vorliegenden Arbeit kam es in keinem Fall zu einer Infektion des Unterarmes.

In Abbildung 1 ist die Verteilung der postoperativen Wundinfektionen nach den Kriterien der CDC dargestellt. Auf der Abszissenachse ist die Anzahl von den jeweiligen Wundinfektionen dargestellt. Auf der Ordinatenachse sind die Schweregrade der Infektion von A1 bis A3 eingetragen.

Eine A1-Infektion entspricht dabei einer oberflächlichen Infektion der Kutis und Subkutis, eine A2-Infektion einer tiefen Infektion von Muskeln und Faszien und eine A3-Infektion einer Infektion von Räumen und Organen. Die Abbildung berücksichtigt sowohl die Wundinfektionen der Gefäßentnahmestelle (A1 und A2), als auch die sternalen Infektionen (A1-A3). Eine A3-Infektion an der Graftentnahmestelle ist laut CDC-Definitionen nicht möglich.

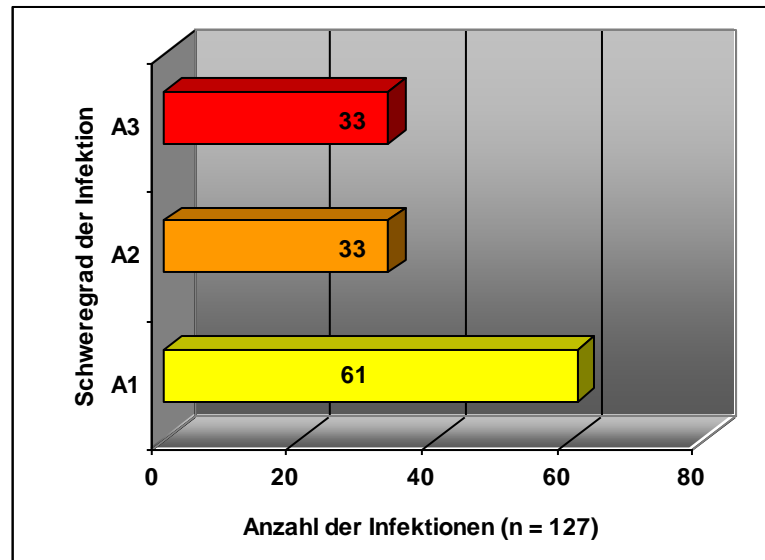


Abbildung 1: Verteilung der Anzahl der Wundinfektionen von A1 bis A3 nach den CDC-Definitionen

In Tabelle 7 wird auf die Inzidenz der Infektionen in Abhängigkeit der Schwere der Infektion nach den CDC-Kriterien von A1-A3 eingegangen. Die Sternuminfektionen werden von den Infektionen der Saphenektomie separiert. Im Bereich des Sternums beträgt die Infektionsinzidenz 3,63%. Infektionen der Saphenektomie wiesen eine Inzidenz von 1,22% auf. Die Inzidenzen der Wundinfektionen beziehen sich auf das gesamte Patientenkollektiv von 2.621 Patienten.

Tabelle 7: Inzidenzen der Wundinfektionen geordnet nach Lokalisation und Schweregrad der Infektion (n = 2.621)

Sternuminfektionen	n = 95	Inzidenz %
A1	34	1,30
A2	28	1,07
A3	33	1,26
Σ	95	3,63
<hr/>		
Infektionen der Extremität	n = 32	Inzidenz %
A1	27	1,03
A2	5	0,19
Σ	32	1,22

Betrachtet man den Studienzeitraum von drei Jahren, so ist insgesamt ein Rückgang der postoperativen Wundinfektionen zu verzeichnen.

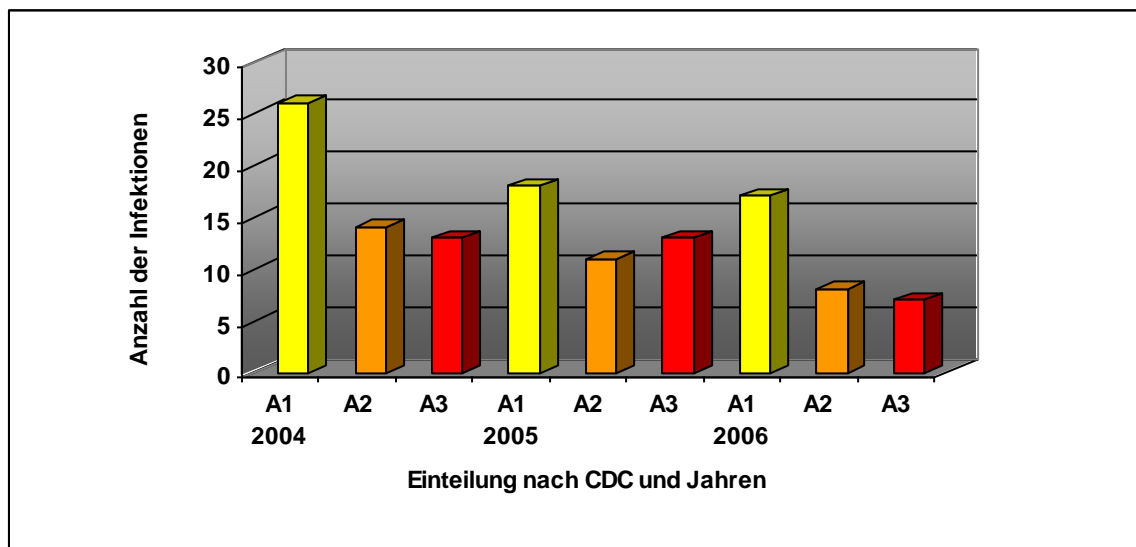


Abbildung 2: Verlauf des Aufkommens von Wundinfektionen von 2004 bis 2006 in Abhängigkeit des Schweregrades der Infektion nach CDC

Abbildung 2 stellt den Verlauf der einzelnen Wundklassifikationen über die drei Jahre des Studienzeitraumes dar. Im Jahr 2004 wurden unter 885 in die Studie eingeschlossenen Patienten 53 Wundinfektionen diagnostiziert. Daraus errechnet sich eine Inzidenz im Jahre 2004 von 5,99%. Wobei 26 A1-Infektionen dokumentiert wurden, 14 A2-Infektionen sowie 13 A3-Infektionen.

2005 wurden 906 Patienten in die Studie eingeschlossen. 42 Mal wurde im Jahre 2005 die Diagnose der nosokomialen Wundinfektion gestellt, was einer Inzidenz von 4,64% entspricht.

2006 wurde 32 Mal die Entwicklung einer Wundinfektion dokumentiert. Eingeschlossen wurden 830 Patienten. Im Jahr 2006 ergibt sich somit eine Inzidenz von 3,86%. Der Rückgang der Infektionsrate ist zwar nicht statistisch signifikant ($p = 0,11$), aber von klinischer Relevanz. Eine detaillierte Darstellung über die Anzahl der einzelnen Wundinfektionen gibt Tabelle 16 am Ende des Kapitels wieder.

Werden die Sternuminfektionen nach dem Nationalem Referenzzentrum in Risikokategorien eingeteilt, so erhält man die Wundinfektionsraten aus Tabelle 8 und für die Infektionen der Graftentnahmestellen aus Tabelle 9. Eingeschlossen werden nach dem NRZ nur Patienten mit aortokoronarer Bypassoperation ohne zusätzlichem Eingriff. In der vorliegenden Arbeit fiel darunter ein Gesamtkollektiv von 2.126 Patienten ($n = 2.621$), wobei davon 96 Patienten ($n = 118$) von einer postoperativen Wundinfektion betroffen waren. Insgesamt kam es zu 102 Wundinfektionen in der

HTC, die mit den Risikokategorien des NRZ verglichen werden konnten. Drei Patienten entwickelten sowohl eine Infektion im Thoraxbereich als auch im Bereich der Saphenektomie bzw. stellte sich bei drei Patienten eine oberflächliche Infektion zu einer Infektion höheren Grades ein. 80 Wundinfektionen wurden im Thoraxbereich (Tabelle 8) diagnostiziert und 22 Infektionen im Bereich der Saphenektomie (Tabelle 9).

Die Infektionsraten werden errechnet, indem die Anzahl der Wundinfektionen durch die Anzahl der durchgeführten Operationen dividiert werden. Im rechten Teil der Tabelle sind die Vergleichsdaten des Nationalen Referenzzentrums dargestellt. Die Signifikanztestung erfolgte mit dem Einstichproben- χ^2 -Test gegen Normwert des NRZ. Die Infektionsinzidenz für Thoraxinfektionen der HTC war in der Tabelle 8 in der Risikogruppe 0,1 sowie in der Risikogruppe A1 signifikant erhöht.

Tabelle 8: Risikokategorien nach dem NRZ bezogen auf das UKH; Infektionsrate des NRZ entspricht der Infektionsrate für Thoraxinfektionen nach ACB-OP im Zeitraum Januar 2002 - Dezember 2006 (95% KI = 95% Konfidenzintervall)

Risiko- kategorie	Wundinfektionen des UKH				Wundinfektionen des NRZ		
	Anzahl Operationen	Anzahl Wundin- fektionen	%	(95% KI)	Anzahl Operationen	Anzahl Wundin- fektionen	%
0, 1	1.922	70	3,64	(2,84; 4,60)	21.262	580	2,73
2, 3	204	10	4,9	(2,35; 9,01)	6.232	243	3,90
0, 1, 2, 3	2.126	80	3,76	(2,98; 4,68)	27.494	823	2,99
A1	2.126	25	1,18	(0,76; 1,74)	27.494	198	0,72
A2	2.126	25	1,18	(0,76;1,74)	27.494	303	1,10
A3	2.126	30	1,41	(0,95; 2,01)	27.494	322	1,17

In der Tabelle 9 waren die Raten in allen drei Risikogruppen sowie die A1-Infektionen signifikant erhöht.

Patienten, die eine komplett arterielle Revaskularisierung ohne Entnahme eines venösen Grafts aus den Extremitäten erhielten, wurden hierbei nicht berücksichtigt.

Tabelle 9: Risikokategorien nach dem NRZ bezogen auf das UKH; Infektionsrate des NRZ entspricht der Infektionsrate für Extremitäteninfektionen nach ACB-OP im Zeitraum Januar 2002 - Dezember 2006 (95% KI = 95% Konfidenzintervall)

Risiko- kategorie	Wundinfektionen des UKH				Wundinfektionen des NRZ		
	Anzahl Operationen	Anzahl Wundin- fektionen	%	(95% KI)	Anzahl Operationen	Anzahl Wundin- fektionen	%
0, 1	1.912	17	0,89	(0,52; 1,42)	21.262	103	0,48
2, 3	204	5	2,45	(0,80; 5,72)	6.232	35	0,56
0, 1, 2, 3	2.116	22	1,04	(0,65; 1,57)	27.494	138	0,50
A1	2.116	18	0,85	(0,50; 1,34)	27.494	77	0,28
A2	2.116	4	0,19	(0,05; 0,48)	27.494	61	0,22

4.4 Diagnosezeitpunkt der Infektion

Bei dem untersuchten Patientenkollektiv betrug das krankheitsfreie Intervall im Mittel 21 Tage (*SD* 20,6), der Median betrug 15 Tage.

Werden ausschließlich die tiefen Thoraxinfektionen (A2 und A3) betrachtet, so liegt der Zeitpunkt der Diagnose im Mittel bei 26 Tagen (*SD* 27,1) und einem Median von 17 Tagen.

Die Diagnose der nosokomialen Infektion wurde zu über 60% zu dem Zeitpunkt des Aufenthaltes gestellt, an dem sich der betroffene Patient bereits auf Normalstation befand bzw. wieder auf Grund der Infektion aufgenommen wurde. Bei 21,19% der Patienten erfolgte die Diagnose auf der Intensivstation und bei 11,86% der Patienten auf der Intermediate Care (IMC).

Bei 5,93% der Patienten wurde die Diagnose der postoperativen Wundinfektion durch die Ärzte der Ambulanz der Herz- und Thoraxchirurgie bzw. durch den dahin überweisenden Arzt gestellt. Die Patienten wurden daraufhin wieder stationär aufgenommen. Abbildung 3 stellt den Aufenthaltsort der 118 Patienten zum Zeitpunkt der Diagnose der postoperativen Wundinfektion graphisch dar.

Die Mehrzahl der Patienten befand sich demnach zum Zeitpunkt der Diagnose auf der Normalstation bzw. wurde von extern durch ein Verlegungskrankenhaus, durch eine Rehabilitationsklinik, durch einen niedergelassenen Arzt oder durch die Ambulanz der Herz- und Thoraxchirurgie auf die Normalstation zurück überwiesen.

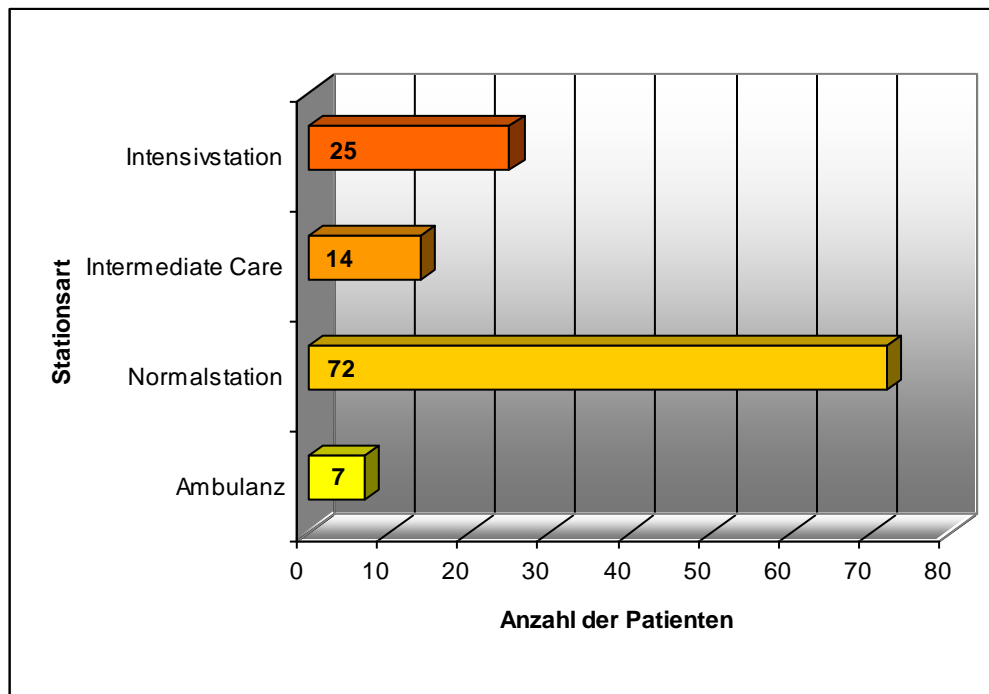


Abbildung 3: Patientenanzahl auf den einzelnen Stationen zum Zeitpunkt der Diagnose postoperative Wundinfektion im Bereich der HTC

4.5 Erregerspektrum

Am häufigsten wurden Staphylokokken (81,89%) aus dem Wundgebiet isoliert.

Insgesamt wurden 34 verschiedene Erreger im Erstabstrich isoliert. 10 Abstriche blieben ohne Wachstum, obwohl eine postoperative Wundinfektion laut der CDC-Definitionen vorlag.

Insgesamt wurden 164 Erreger in den 127 Erstabstrichen isoliert, da Mehrfachisolierungen in einem Wundabstrich möglich waren. Eine detaillierte Auflistung der isolierten Erreger gibt Tabelle 10 wieder. Die Prozentzahl bezieht sich auf die 127 Erstabstriche.

Von den insgesamt 164 isolierten Keimarten waren 17 multiresistent. Sieben waren Oxacillin-resistent (*Staphylococcus aureus* (ORSA)), neun *Enterococcus faecium* (Gentamicin- (high-level) resistent) und ein *Enterococcus faecalis* (Gentamicin- (high-level) resistent).

Tabelle 10: Ergebnis des Erstabstrich (n = 127)

Keimart	Anzahl pro Gattung	%
Gattung: Staphylococcus	104	81,89
Staphylococcus epidermidis	57	44,88
Staphylococcus aureus (Oxacillin sensibel)	23	18,11
Staphylococcus aureus (Oxacillin resistent)	7	5,51
Staphylococcus haemolyticus	15	11,81
Staphylococcus capitis	1	0,79
Staphylococcus saprophyticus	1	0,79
Gattung: Streptococcus	7	5,51
Streptococcus agalactiae	1	0,79
Vergrünende Streptokokken	2	1,57
Streptococcus Gruppe G1	1	0,79
Peptostreptococcus magnus	1	0,79
Peptostreptococcus micros	1	0,79
Peptostreptococcus productus	1	0,79
Familie: Enterobacteriaceae	4	3,14
Escherichia coli	1	0,79
Enterobacter agglomerans	1	0,79
Enterobacter cloacae	2	1,57
Gattung: Enterococcus	22	17,32
Enterococcus faecium	3	2,36
Enterococcus faecium (Gentamicin- (high-level) resistent)	9	7,09
Enterococcus faecalis	9	7,09
Enterococcus faecalis (Gentamicin- (high-level) resistent)	1	0,79
Gattung: Candida	8	6,30
Candida albicans	3	2,36
Candida glabrata	2	1,57
Candida lusitanae	2	1,57
Candida tropicalis	1	0,79
Sonstige Keimarten	19	14,96
Klebsiella pneumoniae	1	0,79
Klebsiella oxytoca	1	0,79
Pseudomonas aeruginosa	1	0,79
Acinetobacter baumannii	1	0,79
Stenotrophomonas maltophilia	1	0,79
Corynebacterium species	9	7,09
Proteus mirabilis	1	0,79
Micrococcus sedentarius	1	0,79
Bacillus cereus	1	0,79
Fusobacterium necrophorum	1	0,79
[Aerobe gramnegative Stäbchen (nicht differenzierbar)]	1	0,79
Kein Wachstum nachgewiesen	10	7,87

4.6 Perioperativer Krankenhausaufenthalt

Der durchschnittliche Aufenthalt der Patienten wurde nach den Operationsgruppen der Tabelle 5 unterteilt.

Tabelle 11 und 12 enthalten den Median, Mittelwert sowie die Standardabweichung des Aufenthaltes auf der Intensivstation, der Intermediate Care sowie der Normalstation.

Ebenso werden die Aufenthaltstage insgesamt aller pro Operationsgruppe eingeschlossener Patienten auf den einzelnen Stationen dargestellt.

Tabelle 11 enthält die Daten der Patienten ohne Wundinfektion ($n = 2.503$), in Tabelle 12 sind die Daten der Patienten mit postoperativer Wundinfektion ($n = 118$) aufgeführt sowie die Ergebnisse der Signifikanztestung.

Patienten mit aortokoronarer Bypassoperation mit Implantation eines Kunstherzens bzw. Herztransplantation, gingen in Tabelle 12 nicht mit in die Auswertung ein, da keiner der Patienten mit postoperativer Wundinfektion sich einer solchen Operation unterzog.

In Tabelle 12 (Patienten mit postoperativer Wundinfektion) wurden die Tage des erneuten stationären Aufenthaltes mit einkalkuliert. Auf die Verweildauer der Patienten mit nosokomialer Wundinfektion bei erneuter stationärer Aufnahme wird unter Punkt 4.6.3 eingegangen.

Insgesamt verweilten 2.503 Patienten ohne nosokomiale Wundinfektion 36.294 Tage in der Klinik für Herz- und Thoraxchirurgie. Die durchschnittliche Verweildauer lag dabei bei 14,5 Tagen (SD 8,9) sowie bei einem Median von 13 Tagen. Mit einem Mittelwert von 8,3 Tagen (SD 4,9) und einem Median von 8 Tagen verbringen die Patienten ohne postoperativer Wundinfektion die meiste Zeit des Aufenthaltes auf der Normalstation.

Im Vergleich dazu betrug der Aufenthalt von 118 Patienten mit postoperativer Wundinfektion insgesamt 4.984 Tage, mit einer durchschnittlichen Verweildauer von 42,2 Tagen (SD 22,8) und einem Median von 37 Tagen. Mittels Mann-Whitney-U-Test ergibt sich dabei ein statistisch bedeutsamer Unterschied ($p < 0,001$) für die gesamte Liegedauer sowie für die Verweildauer auf allen drei Stationen (ITS, IMC, Normalstation).

Tabelle 11: Perioperativer Aufenthaltsort und Aufenthaltsdauer der Patienten ohne nosokomiale Wundinfektion; ITS = Intensivstation, IMC = Intermediate Care, KE = Klappenersatz, HTX = Herztransplantation/ Implantation eines Kunstherzsystems

Operationsart (unterteilt in vier OP-Gruppen, sowie alle OP-Gruppen gesamt)	Aufenthalt gesamt in Tagen	ITS in Tagen	IMC in Tagen	Normalstation in Tagen
ACB (n = 2.030)				
Mittelwert	13,6	3,1	2,3	8,2
Median	12	1	2	8
Standardabweichung	7,1	5,9	2,6	4,4
Tage gesamt	27.556,5	6.194,5	4.640	16.722
ACB + KE (n = 392)				
Mittelwert	18,4	7,0	2,9	8,5
Median	16,0	3,0	2,0	9,0
Standardabweichung	12,1	10,9	3,8	6,7
Tage gesamt	7.214	2.733	1.153	3.328
ACB + HTX (n = 5)				
Mittelwert	35,4	22,2	-	-
Median	33,0	21,0	-	-
Standardabweichung	34,8	19,5		
Tage gesamt	177	111	66	0
ACB + sonstige OP (n = 76)				
Mittelwert	17,7	6,4	2,9	8,5
Median	14,0	2	2,0	8
Standardabweichung	17,8	12,1	4,0	6,4
Tage gesamt	1.346,5	483,5	219	644
Gesamt (n = 2.503)				
Mittelwert	14,5	3,8	2,4	8,3
Median	13	2	2	8
Standardabweichung	8,9	7,4	3,1	4,9
Tage gesamt	36.294	9.522	6.078	20.694

In der Gruppe der Patienten mit nosokomialer Wundinfektion (Tabelle 12) lagen die Patienten im Durchschnitt 22,3 Tage (*SD* 19,4) auf der Normalstation. Der Median betrug 18 Tage.

Tabelle 12: Perioperativer Aufenthaltsort und Aufenthaltsdauer der Patienten mit postoperativer Wundinfektion; ITS = Intensivstation, IMC = Intermediate Care, KE = Klappenersatz

Operationsart (unterteilt in drei OP-Gruppen, sowie alle OP-Gruppen gesamt)	Aufenthalt gesamt in Tagen	ITS in Tagen	IMC in Tagen	Normalstation in Tagen
ACB (n = 96)				
Mittelwert	40,5	12,1	4,3	24,1
Median	35	3	2,5	21,5
Standardabweichung	22,1	19,6	5,4	19,6
Tage gesamt	3.887	1.164	412	2.311
ACB + KE (n = 18)				
Mittelwert	46,8	28,8	7,4	10,6
Median	44,0	13,5	2,5	10,0
Standardabweichung	25,7	31,3	10,3	9,0
Tage gesamt	842	518	133	191
ACB + sonstige OP (n = 4)				
Mittelwert	63,8	26,5	4,8	32,5
Median	64,0	22,5	3,5	30,5
Standardabweichung	13,5	30,2	4,3	30,6
Tage gesamt	255	106	19	130
Gesamt (n = 118)				
Mittelwert	42,2	15,2	4,8	22,3
Median	37,0	4,0	3,0	18,0
Standardabweichung	22,8	22,7	6,4	19,4
Tage gesamt	4.984	1.788	564	2.632
p- Wert	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001

4.6.1 Erneute stationäre Aufnahme der Patienten ohne Wundinfektion

18 Patienten von den 2.503 Patienten ohne Infektion wurden postoperativ innerhalb von 30 Tagen nach Entlassung erneut stationär in der Klinik für Herz- und Thoraxchirurgie aufgenommen. Das entspricht einem Anteil von 0,72%.

Die Gründe für einen erneuten stationären Aufenthalt der Patienten ohne Infektion sind in Tabelle 13 dargestellt.

Tabelle 13: Erneuter stationärer Aufenthalt der Patienten ohne nosokomiale Wundinfektion; VATS = Videoassistierte Thorakoskopie, ACB = Aortokoronare Bypassoperation

Wiederaufnahme wegen Komplikation nach Erstaufnahme	Anzahl n = 18	%
Wundheilungstörung ohne Infektion	8	44,44
Postoperativer Pneumothorax, VATS, Schmerzsyndrom, Elektrolytentgleisung	6	33,33
Postoperativer ACB-Verschluss bzw. Klappendysfunktion	2	11,11
Instabiles Sternum ohne Infektion	2	11,11

Insgesamt verbrachten die 18 Patienten mit Zustand nach aortokoronarer Bypassoperation 203 Tage aus den oben genannten Gründen nach Entlassung des Erstaufenthaltes im Krankenhaus.

Im Mittel wurden die Patienten 11,28 Tage (*SD* 9,2) wieder stationär aufgenommen.

Diese zusätzlichen Behandlungstage wurden bei den Patienten ohne Infektion nicht in der Berechnung der gesamten Aufenthaltslänge der Tabelle 11 berücksichtigt.

4.6.2 Gruppierung der Patienten mit nosokomialer Wundinfektion

Die Patienten mit Wundinfektion wurden im Rahmen der Studie in drei verschiedenen Gruppen gegliedert.

Gruppe 1: Patienten mit Diagnose der nosokomialen Wundinfektion während des Erstaufenthaltes

Gruppe 2: Patienten mit NI während des Erstaufenthaltes sowie erneute Aufnahme auf Grund der NI

Gruppe 3: Patienten ohne NI während des Erstaufenthaltes, aber erneute Aufnahme auf Grund der NI

In die erste Gruppe wurden Patienten subsumiert, die eine postoperative Wundinfektion während des Erstaufenthaltes erlitten, also während des Aufenthaltes, indem die aortokoronare Bypassoperation durchgeführt wurde. Die Infektion wurde demzufolge während des Erstaufenthaltes diagnostiziert und behandelt.

In die zweite Gruppe wurden Patienten eingeteilt, die während des Erstaufenthaltes eine nosokomiale Wundinfektion entwickelt hatten, aber auch nach der Entlassung erneut wegen der postoperativen Wundinfektion stationär aufgenommen wurden.

Im Rahmen der dritten Gruppe kam es während des Erstaufenthaltes zu keiner postoperativen Wundinfektion. Es erfolgte jedoch eine stationäre Wiederaufnahme auf Grund einer Infektion, die erst außerhalb der Klinik diagnostiziert wurde und somit zu einer erneuten Einweisung führte. Die Abbildung 4 stellt diese drei Gruppen graphisch dar.

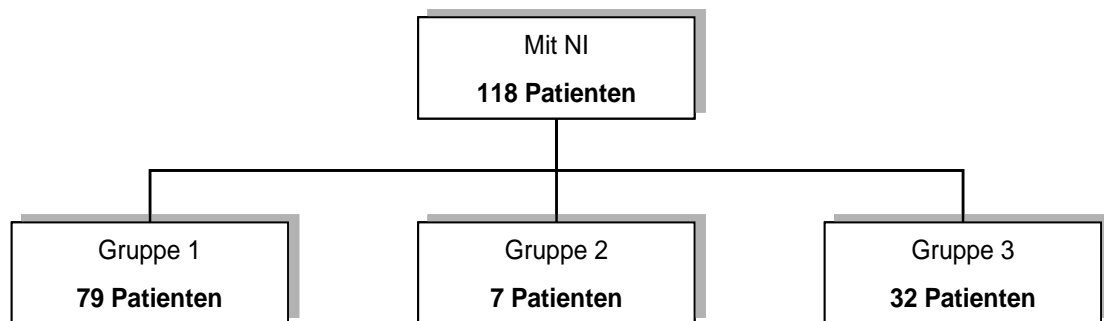


Abbildung 4: Unterteilung der Patienten in drei Gruppen; NI = Nosokomiale Infektion

Von 118 Patienten mit nosokomialer Wundinfektion fielen demnach 79 Patienten (66,95%) in die Gruppe 1, weitere 7 Patienten (5,93%) in die Gruppe 2 und 32 Patienten (27,12%) in die Gruppe 3.

Im Kapitel 4.6.3 wird speziell auf die insgesamt 39 Patienten der Gruppe 2 und 3 eingegangen, also auf diejenigen mit erneuter stationärer Einweisung zur Behandlung der nosokomialen Wundinfektion.

4.6.3 Erneute stationäre Aufnahme der Patienten mit Wundinfektion

Von den 118 Patienten mit nosokomialer Wundinfektion kam es bei 39 Patienten (Gruppe 2 und Gruppe 3) zu insgesamt 50 erneuten stationären Aufenthalten (mit einer unterschiedlichen Aufnahmeummer) auf Grund von Komplikationen bei infizierter Thoraxwunde bzw. infizierter Saphenektomie.

Neun Patienten wurden zweimal erneut aufgenommen sowie zwei Patienten dreimal, bis die Behandlung der Wundinfektion abgeschlossen werden konnte.

36 (92,31%) Patienten wiesen bei Aufnahme eine tiefe Sternuminfektion bzw. Mediastinitis (A2-Infektion: 18 Patienten; A3-Infektion: 18 Patienten) auf. Bei zwei Patienten wurde zum Aufnahmezeitpunkt eine oberflächliche Wundinfektion im Thoraxbereich diagnostiziert, ein Patient wies eine oberflächliche Wunde im Bereich

der Saphenektomie auf und ein Patient hatte eine tiefe Infektion der Graftentnahmestelle.

Bei 39 stationären Wiederaufnahmen (von 50 Aufnahmen insgesamt) lag der Tag der erneuten Aufnahme und dem Entlassungstag des regulären Erstaufenthaltes unter 30 Tagen.

Im Mittel lagen zwischen Entlassung und erneuter stationärer Aufnahme 37,7 Tage (*SD* 51,2). Der Median lag jedoch bei 21 Tagen. Bei einem Patienten betrug die Differenz zwischen Entlassung und erneuter stationärer Aufnahme 292 Tage. Die Infektion, in diesem Fall eine Sternuminfektion, wurde trotzdem noch als nosokomial eingestuft, da die in der Operation verwendeten Drahtcerclagen zur Fixierung des Sternums eine nosokomiale Wundinfektion bis zu einem Jahr nach der Operation nach den CDC-Definitionen rechtfertigen. Die kürzeste Zeit zwischen Entlassung und erneuter stationärer Aufnahme lag bei einem Tag.

Insgesamt verbrachten die 39 Patienten mit nosokomialer Wundinfektion zusätzlich zu dem Erstaufenthalt 1.115 Tage im Krankenhaus – mit einer durchschnittlichen Aufenthaltsdauer von 28,59 Tagen (*SD* 19,8) und einem Median von 23 Tagen. Ein Patient lag insgesamt zusätzliche 98 Tage zur Behandlung der postoperativen Wundinfektion im Krankenhaus. Der kürzeste Aufenthalt zur Therapie der Wundinfektion lag bei 2 Tagen.

Die 39 Patienten verbrachten, wie der Tabelle 14 zu entnehmen ist, den überwiegenden Teil der Aufenthaltsdauer (85,92%) auf der Normalstation.

Tabelle 14: Anzahl der Behandlungstage der 39 Patienten auf den jeweiligen Stationen

Station	Tage insgesamt	%
Normalstation	958	85,92
Intermediate Care	57	5,11
Intensivstation	100	8,97
Σ	1.115	100

7 Patienten (Gruppe 2) von den 39 wurden bereits während des regulären Erstaufenthaltes auf Grund der nosokomialen Wundinfektion therapiert. Sie kamen

zusammen bereits auf eine Liegedauer von insgesamt 271 Tagen und mussten zusätzlich noch mal 121 Tage im Krankenhaus verbringen.

4.7 Revisionsoperationen

Unter den 2.503 Patienten ohne postoperative Wundinfektion kam es zu 148 Revisionsoperationen (5,91%) an 132 Patienten aus Gründen, die in Tabelle 15 dargestellt sind.

Tabelle 15: Revisionsoperationen der Patienten ohne postoperativer Wundinfektion innerhalb von 30 Tagen postoperativ; NI = Nosokomiale Infektion

Grund der Revisionsoperation bei den Patienten ohne NI	Anzahl n = 148	%
Perikardtamponade/ Hämatothorax/ Nachblutung	99	66,89
Instabiles Sternum	15	10,14
Verschluss eines Bypasses/ Klappendysfunktion postoperativ	13	8,78
Entfernung von erkranktem Gewebe bzw. Fremdkörper	12	8,11
Pleuraerguss/ Pneumothorax	5	3,38
Hämatomausräumung im Bereich der Graftentnahmestelle	4	2,70
Σ	148	100

Mehrfachrevisionen an einem Patienten waren dabei möglich. Es wurden nur die Operationen berücksichtigt, die innerhalb von 30 Tagen postoperativ durchgeführt wurden und wahrscheinlich im Zusammenhang mit der Erstoperation standen. Über 60% der chirurgischen Revisionen wurden dabei auf Grund von Nachblutungen, Perikardtamponade bzw. Hämatothorax durchgeführt. Eine durchschnittliche Revisionsoperation dauerte 54 Minuten (*SD* 26,6) mit einer medianen Dauer von 50 Minuten. Bei den 118 Patienten mit postoperativer Wundinfektion kam es aus folgenden Gründen zur Revision:

- Instabiles infiziertes Sternum
- Infiziertes Sternum ohne Instabilität
- Sekundärer Wundverschluss
- Nachblutung/ Hämatomausräumung

Bei den Patienten mit nosokomialer Wundinfektion erfolgten 122 Revisionsoperationen. Neun der durchgeführten Revisionsoperationen wurden aus anderen Gründen als der Wundinfektion durchgeführt wie beispielsweise die postoperative Nachblutung.

Im Mittel dauerte eine Revisionsoperation auf Grund einer Infektion ($n = 113$) 45 Minuten ($SD\ 32,1$), der Median betrug 36 Minuten. Von den 113 Revisionsoperationen wurden 51 Operationen innerhalb von 30 Tagen postoperativ durchgeführt.

Insgesamt mussten von den 118 Patienten mit postoperativer nosokomialer Wundinfektion 70 Patienten (59,32%) revidiert werden, wobei darunter fünf Patienten aus anderen Gründen erneut operiert wurden. Über 90% der chirurgischen Revisionen (106 von 113 Revisionsoperationen), entfielen dabei auf Patienten mit einer tiefen Sternuminfektion bzw. Mediastinitis. 73 Operationen wurden an den Patienten mit einer A3-Infektion und 33 Operationen an den Patienten mit einer A2-Infektion durchgeführt. Vier Operationen fielen auf die Patienten mit einer oberflächlichen Sternuminfektion und drei Revisionsoperationen auf die Patienten mit einer oberflächlichen Infektion der Saphenektomie. 93,45% der Patienten mit tiefer Sternuminfektion (A2- bzw. A3-Infektion) wurden chirurgisch revidiert.

4.8 Rückgang der Infektionsrate

Während des dreijährigen Beobachtungszeitraums kam es zu einem Rückgang der Infektionsrate wie es die Tabelle 16 darstellt, der allerdings nicht signifikant war ($p = 0,11$). Lag die Inzidenz 2004 bei 5,99%, so konnte sie im Jahr 2006 auf 3,86% reduziert werden. Die Anzahl der Schweregrade der Wundinfektion wurden jeweils für die drei Jahre zusätzlich in Prozent angegeben. Somit wird ersichtlich, dass der Rückgang der Infektionen in den Schweregraden A1-A3 nahezu gleichmäßig war.

Tabelle 16: Rückgang der Infektionsrate über den Beobachtungszeitraum von drei Jahren

Jahr	Patienten gesamt	Anzahl der Wund- infektionen	A1		A2		A3		Inzidenz %
			Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	
2004	885	53	26	49,06	14	26,42	13	24,53	5,99
2005	906	42	18	42,86	11	26,19	13	30,95	4,64
2006	830	32	17	53,15	8	25,0	7	21,88	3,86

In Tabelle 17 wird auf die Folgen des Rückgangs der Rate in Bezug auf die Liegedauer, Revisionen und erneute stationäre Aufenthalte eingegangen. Mit Verringerung der

Infektionsrate kam es zur Reduktion der Aufenthaltsdauer in Tagen unter den Patienten mit nosokomialer Wundinfektion, wobei die mittlere Liegedauer nicht reduziert werden konnte. 2006 mussten an den 29 Patienten mit postoperativer Wundinfektion 25 Revisionsoperationen durchgeführt werden. Im Jahr 2004 und 2005 waren es jeweils 47 bzw. 50 Revisionsoperationen an 50 bzw. 39 Patienten.

Tabelle 17: Folgen der reduzierten Infektionsrate für die Liegedauer in Tagen sowie die mittlere Liegedauer, Revisionen und Patienten mit erneuter stationärer Aufnahme (n = 118); MW = Mittelwert

Jahr	Patienten mit Wundinfektion	Liegedauer gesamt		Revisionsoperationen	Patienten mit erneuter Aufnahme
		in Tagen	MW		
2004	50	2.047	40,9	47	16
2005	39	1.721	44,1	50	15
2006	29	1.216	41,9	25	8
Σ	118	4.984	42,2	122	39

Am Gesamtkollektiv, Patienten mit und ohne postoperative Wundinfektion (n = 2.621), wirkte sich der Rückgang der Infektionsrate auf die mittlere Liegedauer nur gering aus. 2004 lag die mittlere Liegedauer bei 16,0 Tagen (Median 13, SD 12,7), 2005 bei 15,9 Tagen (Median 13, SD 12,1) und 2006 bei 15,3 Tagen (Median 13, SD 9,3).

4.9 Fiktive Kostenberechnung

Von der Abteilung Controlling des UKH wurde für einen Behandlungstag in der Klinik für Herz- und Thoraxchirurgie ein Betrag von € 1.135,34 berechnet.

Multipliziert man diesen Betrag mit den Behandlungstagen (insgesamt 36.294 Tage) der Patienten ohne Infektion (n = 2.502), so erhält man einen Betrag von insgesamt € 41.206.029,96. Pro Patient ergibt sich durchschnittlich ein Betrag von € 16.462,66.

Für die 118 Patienten mit postoperativer Wundinfektion und einem Gesamtaufenthalt von 4.984 Tagen errechnet sich so ein Gesamtbetrag von € 5.658.534,56 und durchschnittlich € 47.953,68 pro Patient.

Bei einem Gesamtbetrag von € 46.864.564,52 bei dem Gesamtkollektiv von n = 2.621 Patienten (mit und ohne Infektion), beträgt der Anteil von 118 infizierten Patienten 12,07%, obwohl sie nur einen Patientenanteil von 4,5% darstellen.

Wird nur der erneute stationäre Aufenthalt auf Grund der Wundinfektion der 39 Patienten berechnet, so erhält man einen Betrag bei insgesamt 1.115 Tagen Krankenhausaufenthalt von € 1.265.904,10.

Nach Clade (2004) liegen die Kosten der Universitätsklinik Lübeck für die chirurgische Klinik wie folgt:

- Betriebskosten normales Klinikbett: € 200
- Betriebskosten für IMC-Bett: € 450 (bei 6 Betten)
- Betriebskosten für ITS-Bett: € 1.400 (bei 12 Betten)

Danach werden auf diese Studie bezogen fiktiv die Kosten der Tabelle 18 errechnet, indem die Anzahl der Tage auf der jeweiligen Station mit den Kosten der Lübecker Universitätsklinik pro Bett multipliziert werden.

Obwohl die 118 Patienten mit Infektion nur einen prozentualen Anteil von 4,5% des Gesamtkollektivs ausmachen, verursachen sie 14% der Gesamtkosten, 15,8% der Kosten der Intensivstation sowie 8,5% der Kosten auf der IMC und 11,3% der Kosten der Normalstation.

Tabelle 18: Fiktive Kostenrechnung der Aufenthaltsdauer der Patienten mit und ohne Wundinfektion;
NI = Nosokomiale Infektion

Station	Gesamtkosten der Patienten mit NI (n = 118)		Gesamtkosten der Patienten ohne NI (n = 2.503)		Gesamtkosten des gesamten Kollektivs (n = 2.621)	
	Tage	Kosten in €	Tage	Kosten in €	Tage	Kosten in €
Normalstation	2.632	526.400	20.694	4.138.800	23.326	4.665.200
IMC	564	253.800	6.078	2.735.100	6.642	2.988.900
ITS	1.788	2.503.200	9.522	13.330.800	11.310	15.834.000
Σ	4.984	3.283.400	36.294	2.0204.700	41.278	23.488.100

5 Diskussion

5.1 Auswirkungen der DRG auf deutsche Krankenhäuser

Seit Mitte der 70er Jahre wird in Deutschland von einer Kostenexplosion der absoluten Gesundheitskosten gesprochen. Tatsächlich sind die Gesundheitsausgaben in Deutschland im Vergleich zu anderen Ländern der Organisation for Economics Cooperation and Development (OECD) signifikant hoch. 2004 lagen die Gesundheitsausgaben bei 10,6% des Bruttoinlandsprodukts (BIP). Im Vereinigten Königreich lagen diese Ausgaben bei 8,4% des BIP, in den Niederlanden bei 9,2% für das Jahr 2004.

Noch heute nimmt der Krankenhaussektor ca. ein Drittel der Gesundheitsausgaben in Anspruch. Die Einführung eines pauschalierenden Entgeltsystems zur Kostenreduzierung war daher zwingend notwendig (Roeder und Hensen 2009).

Da die Wirtschaftlichkeit und Rentabilität von Krankenhäusern durch die DRG zunehmend in den Vordergrund rückt, wurden in der vorliegenden Arbeit Ziele besonders hervorgehoben, die für wirtschaftliche Konsequenzen ursächlich sind:

1. Wundinfektionen als Komplikation nach aortokoronarer Bypassoperation
2. Verlängerung des Aufenthaltes durch die Infektion
3. Erneute stationäre Einweisungen

Vor der Einführung des DRG-Systems in Deutschland wurde mit dem so genannten Gewinn- oder Verlustausgleich des § 17 Abs. 1 der Bundespflegesatzverordnung (1973) wirtschaftliches Verhalten der Krankenhäuser nahezu bestraft.

Erzielte Gewinne wurden den Krankenhäusern weitgehend entzogen – Verluste aber komplett ausgeglichen. Durch dieses Selbstkostendeckungsprinzip wurde eine wirtschaftliche Orientierung der Krankenhäuser bereits im Ansatz verhindert. Ein Anstieg der Kassenausgaben um mehr als 30% allein im Jahr 1974 war durch dieses „Verteilungssystem“ die Folge.

Auch Gesetzesänderungen wie beispielsweise das Krankenhaus-Neuordnungsgesetz am 20.12.1984, die Anreize für wirtschaftliches Handeln schaffen sollten, verfehlten ihr Ziel und die finanzielle Situation der gesetzlichen Krankenversicherungen verschlechterte sich zunehmend.

Im Jahre 1992 lag das Defizit der gesetzlichen Kassen bereits bei fast 10 Mrd. DM und der durchschnittliche Beitragssatz bei 13,4%.

Um die Wirtschaftlichkeit der Leistungserbringung zu erhöhen und die Beitragsstabilität zu sichern, trat 1993 das Gesundheitsstrukturgesetz in Kraft. Wesentliche Inhalte des Gesetzes waren die Aufhebung des Kostenselbstdeckungsprinzips, die Umwandlung eines flexiblen Budgets in ein festes Budget sowie die erstmalige Einführung von Fallpauschalen und Sonderentgelten ab 1995/ 96.

Trotz Verweildauerverkürzungen im stationären Sektor waren gleichzeitig eine Kostenverlagerung in den Budgetbereich der Pflegesätze sowie ein Anstieg der Patientenfallzahlen in der stationären Behandlung zu beobachten. Insgesamt konnte durch diese Maßnahme keine nennenswerte finanzielle Entlastung im Krankenhaussektor erreicht werden.

Um der Ausgabenentwicklung dennoch entgegen zu wirken, wurden Obergrenzen für Budgetsteigerungen und Erlösausgleichsregelungen für Fallpauschalen und Sonderentgelte eingeführt, die modifiziert auch heute noch Bestand haben. Mit der Durchführung der Gesundheitsreform 2000 und der Einfügung des § 17 („Einführung eines pauschalierenden Entgeltsystems“) in das Krankenhausfinanzierungsgesetz wurde der Grundstein für „durchgängiges, leistungsorientiertes und pauschalierendes Vergütungssystem“ für Krankenhausleistungen auf der Grundlage der DRG gelegt.

Durch die endgültige Einführung eines DRG-Systems in Deutschland im Jahre 2003 wird es mittel- und langfristige Auswirkungen auf den Klinikalltag geben. Einige dieser gesundheitspolitische Zielgrößen sind:

- Erhöhung der Wirtschaftlichkeit in den medizinischen Bereich
- Strukturveränderung des gesamten Krankenhaussektors inklusive Reduzierung der Bettenzahl
- Abschaffung bestehender Fehlanreize zur Verlängerung der Verweildauer
- Mehr Wettbewerb unter den Leistungsanbietern
- Verbesserung der Qualität in der stationären Versorgung

(Metzger 2004, Keun und Prott 2006, Roeder und Hensen 2009).

Gerade bei postoperativen Komplikationen, wie sie die nosokomiale Wundinfektion darstellt, kommt es allerdings zu einer Verlängerung des Aufenthaltes und die durchschnittliche Verweildauer wird dabei von einigen Patienten erheblich überschritten (Coello et al. 1993, 2005, Kirkland et al. 1999, Peterson et al. 2002).

Eine Reduktion der Infektionsrate und somit die Einhaltung der mittleren Verweildauer bzw. der oberen Verweildauergrenze durch einen komplikationslosen Verlauf ist in Hinblick auf die wirtschaftlichen Interessen eines Krankenhauses, aber auch zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit sowie zur Steigerung der Qualität, zwingend notwendig.

Seit der Einführung des Infektionsschutzgesetzes mit dem 4. Abschnitt § 23 am 01.01.2001 sind Krankenhäuser zur Surveillance von nosokomialen Infektionen sowie zur Erfassung von Erregern mit besonderen Resistenzen und Multiresistenzen auch gesetzlich verpflichtet (Bundesministerium der Justiz).

5.2 Infektionsraten im internationalen Vergleich

Postoperative Wundinfektionen gehören mit 15,1% neben der Pneumonie, den nosokomialen Harnwegsinfektionen und der Sepsis zu den vier häufigsten nosokomialen Infektionen an deutschen Krankenhäusern (Rüden et al. 1995).

Nach Malone et al. 2002 dominieren in den chirurgischen Abteilungen die nosokomialen Wundinfektionen neben den Harnwegsinfekten.

Die Raten postoperativer Wundinfektionen nach Herzoperation in internationalen Arbeiten variieren von 0,7% bis 17,5% (Borger et al. 1998, Mc Concey et al. 1999).

Ein Vergleich der Infektionsraten ist auf Grund der unterschiedlichen Studiendesigns meist nicht möglich.

Die Studien, die sich mit den Wundinfektionsraten nach aortokoronarer Bypassoperation befassten, unterscheiden sich hauptsächlich in folgenden Punkten:

- Lokalisationen der Wundinfektionen: Sternum und/ oder Saphenektomie
- Eingeschlossene Operationsprozeduren: ACB mit und ohne Kombinationseingriff bzw. jede mögliche Herzoperation
- Einteilung der Infektionen nach der CDC von A1 bis A3 bzw. andere Definitionen
- Post-Discharge Surveillance nach Entlassung
- Surveillance durch internes bzw. externes Personal
- Retrospektives oder prospektives Studiendesign

Einen Überblick über die Arbeitsgruppen, die sich mit postoperativen Wundinfektionsraten nach kardiochirurgischen Eingriffen beschäftigt haben, geben Tabelle 19 und 20 wieder. Die Infektionsraten wurden errechnet, indem die Anzahl der Wundinfektionen durch die Anzahl der in die Studie eingeschlossenen Operationen dividiert wurden.

Tabelle 19: Postoperative Infektionsraten im internationalen Vergleich; Sternuminfektionen und Infektionen der Saphenektomie; ACB = Aortokoronare Bypassoperation

Studien- gruppe	Zeit- raum	OP-Art	Lokalisation der Infektion	CDC	Follow- up	Surveil- lance	Infektions- rate
Jakob et al. 2000	5 Mo	ACB + ¹	Sternum Saphenektomie	A1-A3	nein	externes Personal	38/376 10,1%
Harbarth et al. 2000	49 Mo	ACB + ³	Sternum Saphenektomie	A1-A3	3 Mo	externes Personal	231/2.641 8,7%
Jenney et al. 2001	24 Mo	ACB + ³	Sternum Saphenektomie	A1-A3	nein	Daten- bank	125/1.377 9,1%
Avato und Lai 2002	28 Mo	ACB	Sternum Saphenektomie	A1-A3	30 T	externes Personal	87/927 9,4%
Harrington et al. 2004	12-30 Mo	ACB	Sternum Saphenektomie	A1-A3	nein	externes Personal	310/4.474 6,9%

¹ ACB kombiniert mit jeder möglichen Prozedur am Herzen

³ ACB mit und ohne kombinierten Herzklappenersatz

T = Tage, Mo = Monate, J = Jahre

In den Arbeiten der Studiengruppen, die sich sowohl auf die Infektionen im Thoraxbereich als auch auf die Infektionen der Saphenektomie beziehen, wurden Inzidenzen von 6,9% bis 10,1% angegeben (Harrington et al. 2004, Jakob et al. 2000). Mit einer Inzidenz von 4,85% aller postoperativen Wundinfektionen (Thoraxbereich und im Bereich der Saphenektomie) liegt die ermittelte Wundinfektionsrate der Herz- und Thoraxchirurgie unterhalb den in Tabelle 19 dargestellten Raten.

Im Vergleich mit den Inzidenzen von Sternuminfektionen (ohne Infektion der Saphenektomie) der Tabelle 20 von 0,75% bis 4,2%, liegt die Wundinfektionsrate von 3,63% der HTC im oberen Drittel. Zu berücksichtigen ist allerdings, dass die meisten in der Tabelle 20 aufgeführten Studiengruppen nur die tiefen Wundinfektionen untersucht

und somit durch die nicht dokumentierten A1-Infektionen eine niedrigere Rate zu verzeichnen haben.

Die oberflächliche Wundinfektion sollte allerdings nicht vernachlässigt werden, da sie sich bei verpasster rechtzeitiger Behandlung in eine höher gradige Infektion entwickeln kann (Francel und Kouchoukos 2001).

Tabelle 20: Postoperative Infektionsraten im internationalen Vergleich: Sternuminfektionen; ACB = Aortokoronare Bypassoperation

Studien- gruppe	Zeit- raum	OP-Art	Lokalisation der Infektion	CDC	Follow- up	Surveil- lance	Infektions- rate
Bitkover und Gårdlund 1998	24 Mo	ACB + ³	Sternum	A3	nein	k.A.	40/1.935 2,1%
Borger et al. 1998	72 Mo	Herz- OP + ²	Sternum	A3	6 Mo	Daten- bank	92/12.267 0,75%
Braxton et al. 2000	60 Mo	ACB	Sternum	A3	nein	k.A.	193/15.406 1,25%
Trick et al. 2000	39 Mo	ACB	Sternum	A2-A3	nein	externes Personal	30/1.796 1,7%
Hollenbeak et al. 2000	24 Mo	ACB + ³	Sternum	A2-A3	30 T bzw. 1 J	externes Personal	41/1.519 2,7%
Gummert et al. 2002	28 Mo	Herz- OP + ²	Sternum	A3	nein	Daten- bank	134/9.303 1,4%
Olsen et al. 2002	42 Mo	ACB + ¹	Sternum	A1-A3	30 T	Daten- bank	83/1.980 4,2%
Sharma et al. 2004	43 Mo	ACB	Sternum	A1-A3	nein	Daten- bank	122/3.443 3,5%
López Gude et al. 2006	150 Mo	ACB + ¹	Sternum	A3	nein	k.A.	162/6.038 2,7%

¹ ACB kombiniert mit jeder möglichen Prozedur am Herzen

² Jede mögliche durchgeführte Prozedur am Herzen mit und ohne ACB

³ ACB mit und ohne kombinierten Herzklappenersatz

T = Tage, Mo = Monate, J = Jahre, k.A. = keine Angaben

Auf Grund des gefürchteten Krankheitsbildes der Mediastinitis und der damit verbundenen hohen Mortalitätsrate, beschränkten sich die Arbeitsgruppen Bitkover und Gårdlund (1998), Borger et al. (1998), Braxton et al. (2000), Gummert et al. (2002) und López Gude et al. (2006) auf die Untersuchung der A3-Infektionen. Die Wundinfektionsrate der A3-Infektionen liegt bei den genannten Studiengruppen

zwischen 0,75% und 2,7%. Die Rate der A3-Infektionen der HTC von 1,3% ist demzufolge mittig positioniert.

Aber auch hier ergibt sich folgendes Problem: Nach den CDC-Definitionen ist die eindeutige Unterscheidung zwischen einer A2-Infektion und einer A3-Infektion im kardiochirurgischen Bereich oft nur schwer möglich bzw. geht fließend ineinander über. Nach den Angaben des Nationalen Referenzzentrums liegt eine A2-Infektion beispielsweise dann vor, wenn sich Pus aus den Drahtcerclagen entleert. In dem Fall ist allerdings davon auszugehen, dass sich die Infektion bereits auf retrosternales Gebiet fortgesetzt hat und eine A3-Infektion nicht mehr auszuschließen ist. Eine dringliche Operation mit Entfernung der Drahtcerclagen sowie eine offene Wundbehandlung wäre die Folge.

Einige Studiengruppen haben die A2- und A3-Infektionen auch aus diesem Grund als tiefe Wundinfektion zusammengefasst (Zacharias und Habib 1996, Kohli et al. 2003, Lepelletier et al. 2005).

Für die postoperativen Wundinfektionen nach herzchirurgischen Eingriffen wäre eine Erweiterung der CDC-Definitionen sicherlich sinnvoll. Wilson et al. (1998) untersuchten zwei Jahre lang verschiedene Definitionen von Wundinfektionen und gaben zu bedenken, dass die CDC-Definitionen viel subjektiven Interpretationsspielraum zuließen. Unterschiedliche Definitionen von Infektionen, wie sie beispielsweise das ASEPSIS-Scoring oder die CDC-Definitionen darstellen, führen demnach zu unterschiedliche Infektionsraten (Wilson et al. 2004).

Werden alle Schweregrade der Sternuminfektion eingeschlossen, so liegen die Inzidenzen nach der Tabelle 20 zwischen 3,5% und 4,2%, also entsprechend höher (Olsen et al. 2002, Sharma et al. 2004).

Studiengruppen, die sich nur mit den Infektionsraten der Saphenektomie (bzw. diese separierten) beschäftigten, kamen auf Inzidenzen zwischen 3,5% und 13% (McConcey et al. 1999, Jakob et al. 2000, Athanasiou et al. 2003, Olsen et al. 2003). Die Inzidenz von Infektionen der Saphenektomie von 1,22% der HTC liegt demnach unter den dargestellten Infektionsraten.

Weitere Kriterien, in denen sich die Studien unterscheiden, sind die eingeschlossenen Operationsprozeduren, Zeiträume der Untersuchung und eine so genannte Post-Discharge Surveillance, die zu einer Verzerrung der Infektionsraten führen können.

Beispielsweise war eines der Einschlusskriterien der Arbeitsgruppe Borger et al. (1998) alle möglichen Herzoperationen. Nach Schulze et al. (2002) ist es jedoch sinnvoll, sich auf Grund der Vergleichbarkeit auf eine so genannte Indikatoroperation zu beschränken. Die Art des Eingriffes kann auch zu einer unterschiedlichen Infektionsrate führen. So haben L'Ecuyer et al. (1996) herausgefunden, dass die Rate für den Kombinationseingriff Herzklappenersatz und aortokoronarer Bypass signifikant höher war im Vergleich zur aortokoronaren Bypassoperation ohne Kombinationseingriff.

In der vorliegenden Arbeit wurden alle Patienten berücksichtigt, die sich einer aortokoronaren Bypassoperation mit oder ohne zusätzlichen Kombinationseingriff unterzogen (n = 2.621). Um die Vergleichbarkeit zu gewährleisten, wurden die Operationsprozeduren in vier Gruppen unterteilt.

Der Hauptanteil der durchgeführten Operationen fällt mit 81,11% auf die aortokoronare Bypassoperation ohne zusätzlichen Eingriff. Diese Indikatoroperation wird auch in den Referenzdaten des Nationalen Referenzzentrums aufgeführt. Somit ist die Vergleichbarkeit mit anderen deutschen kardiochirurgischen Kliniken möglich.

Wünschenswert wäre auch unabhängiges Personal, das für die Erfassung der Patienten mit nosokomialer Wundinfektion verantwortlich ist, wie es in der Herz- und Thoraxchirurgie des UKH durchgeführt wird. In der Studiengruppe Lepelletier et al. (2005) erfasste der Chirurg selbst die Wundinfektionen. Allerdings haben Chirurgen oftmals ein schwereres Erkrankungsbild zum Maßstab verglichen mit Beobachtern, die außerhalb der Klinik tätig sind (Daschner et al. 2006). Eine unbewusste Beeinflussung der Daten wäre hierbei denkbar.

Eine niedrige Infektionsrate ist auch ein Qualitätsmerkmal für ein Krankenhaus und wird in künftigen Ratings und Rankings von Bedeutung sein und sich erheblich auf die Entscheidung der Patienten für ein bestimmtes Krankenhaus auswirken. Die Schweizer Studiengruppe Sax und Pittet (2002) konnte allerdings durch eine Prävalenzstudie zeigen, dass gerade Häuser der Maximalversorgung eine höhere Infektionsrate aufzeigen. Begründet wurde dieses Ergebnis mit der erhöhten Multimorbidität der dort behandelten Patienten. In künftigen Ratings sollte dies Berücksichtigung finden.

5.2.1 Gründe der Untererfassung von Infektionen

Eine Weiterverfolgung der Patienten über die Entlassung hinaus – eine so genannte Post-Discharge Surveillance – ist auch nach den Kriterien des NRZ nicht obligatorisch,

da dies extrem aufwendig ist. Somit können allerdings nicht alle ambulant auftretenden Wundinfektionen erfasst werden (Schulze et al. 2002).

So muss nach Exner et al. (1999) eher mit einer systematischen Untererfassung der postoperativen Wundinfektionen gerechnet werden. Die Autoren geben auch zu bedenken, dass die Krankenhausverweildauer für verschiedene chirurgische Eingriffe oft unterhalb der Inkubationszeit liegt. Bei einer Infektion mit einem der häufigsten Erreger für nosokomiale Wundinfektionen, *Staphylococcus aureus*, liegt die Inkubationszeit bei 5-7 Tagen.

In der vorliegenden Studie war *Staphylococcus aureus* unter den Patienten mit postoperativer Wundinfektion mit 17,2% vertreten. Die durchschnittliche perioperative Verweildauer liegt in der HTC bei 14,5 Tagen nach aortokoronarer Bypassoperation mit und ohne Kombinationseingriff. Werden nur die 72,31% Patienten ohne Wundinfektion betrachtet, die nach Hause entlassen wurden, so lag bei 62,76% der Patienten der Aufenthalt unter 14 Tagen mit einem durchschnittlichen Aufenthalt von 10,93 Tagen. So ist es trotzdem möglich, dass ein Patient mit einer oberflächlichen Wundinfektion – durch *Staphylococcus aureus* bedingt – ambulant in einer niedergelassenen Praxis betreut wird und so der Dokumentation der Surveillance entgeht. Durch eine fehlende Post-Discharge Surveillance gehen nach Kent et al. (2001) mehr als doppelt so viel Wundinfektionen verloren.

Avato und Lai (2002) untersuchten in einer Studie den Einfluss von einer Post-Discharge Surveillance auf die Infektionsrate. Es stellte sich dabei heraus, dass die Surveillance für den Krankenhausaufenthalt nur 28% der Wundinfektionen diagnostizierte. 72% der postoperativen Wundinfektionen nach kardiochirurgischen Eingriffen wurden nach dem Krankenhausaufenthalt über den niedergelassenen Arzt, die klinikeigene Ambulanz oder auf Grund erneuter stationärer Aufnahme festgestellt.

In der vorliegenden Studie wurde auf eine Beobachtung der Patienten nach der Entlassung verzichtet, da eine genaue Erfassung kaum durchführbar ist, weil

- die Behandlung der Patienten überwiegend durch die niedergelassenen Ärzte bzw. durch die Ärzte der Rehabilitationseinrichtung oder eines externen Krankenhaus erfolgt
- viele Patienten weit außerhalb von der Stadt Halle leben und im Falle einer oberflächlichen Wundinfektion den wohnortsnahen niedergelassenen Arzt aufsuchen

- nur schwere Wundinfektionen über die Ambulanz der Herz- und Thoraxchirurgie bzw. direkt auf die Station zurück überwiesen werden

Bei 66,95% (Gruppe 1) der Patienten wurde während des stationären Aufenthaltes die Diagnose der postoperativen Wundinfektion gestellt und die Therapie eingeleitet. Bei 27,12% der Patienten (Gruppe 3) kam es zur erneuten stationären Einweisung durch den niedergelassenen Arzt bzw. der Rehabilitationsklinik wegen einer Infektion und 5,93% der Patienten (Gruppe 2) wurden sowohl während des Erstaufenthaltes zur aortokoronaren Bypassoperation zusätzlich wegen der Wundinfektion behandelt, mussten aber nach Entlassung erneut stationär mit einer nicht ausgeheilten Wundinfektion aufgenommen werden. 92,31% der Patienten wiesen dabei eine A2- bzw. eine A3- Infektion auf. Bei nahezu einem Drittel der Patienten mit Wundinfektionen entwickelte sich demnach die Infektion erst nach dem regulären Aufenthalt. Zu über 90% wiesen diese Patienten dann eine tiefe Wundinfektion auf.

Wie viele Patienten mit einer oberflächlichen Wundinfektion durch den niedergelassenen Arzt, eine externe Klinik oder in der sich anschließenden Rehabilitationsmaßnahme behandelt wurden und so der Surveillance entgehen, lässt sich mit dem hier eingesetzten Verfahren der Erhebung nicht eruieren.

4,8% der in dieser Studie erfassten Patienten wurden direkt in die Rehabilitations-einrichtungen entlassen. Die Verlegung in eine externe Klinik, Pflegeeinrichtung bzw. externes Krankenhaus traf auf 17,9% der Patienten zu.

71,5% der Patienten wurden vorerst nach Hause entlassen, um in den darauf folgenden 14 Tagen die Rehabilitationsmaßnahme anzutreten. Die weitere Behandlung erfolgte durch den niedergelassenen Arzt.

5.2.2 Daten des Nationalen Referenzzentrums

Die unterschiedlichen Ein- und Ausschlusskriterien diverser Studien und den daraus resultierenden, nicht vergleichbaren Infektionsraten, machen eine einheitlich strukturierte Referenzdatenbank erforderlich.

Obwohl in vielen Studien die Operationsdauer und die ASA-Risikogruppen als signifikante Risikofaktoren für die Entwicklung einer Wundinfektion kontrovers diskutiert werden, finden die verlängerte Operationsdauer und die ASA-Einteilung Verwendung bei der Einstufung der Wundinfektionen durch das Nationale

Referenzzentrum (Borger et al. 1998, Trick et al. 2000, Russo et al. 2002, Lepelletier et al. 2005, Leong et al. 2006, López Gude et al. 2006, Lucet 2006).

Folgende drei Risikofaktoren, die im Zusammenhang für die Entwicklung einer postoperativen nosokomialen Infektion stehen sollen, erhalten dabei jeweils einen Punkt:

1. Wundklassifikation > 2 ,
d.h. kontaminierte bzw. septisch-infizierte Wundverhältnisse
2. ASA-Score > 2
3. Operationsdauer > 220 Minuten

Entsprechend können einem operativen Eingriff 0, 1, 2 oder 3 Risikopunkte zugeordnet werden. Eine Eingruppierung der Patienten erfolgt auf Grund dessen in vier definierte Risikogruppen von 0 bis 3 (Steinbrecher et al. 2002).

Diese Risikoklassifikation basiert auf dem SENIC-Projekt und den darauf folgenden Studien, die im Jahr 1975 ihren Anfang nahmen und in der Entwicklung des National Nosocomial Infection Surveillance (NNIS) System Risk Index resultierten (Haley et al. 1980, 1985a, b).

Die Risikoklassifikationen wurden, wie bereits oben erwähnt, in verschiedenen Studien sehr widersprüchlich diskutiert.

Roy et al. (2000) verdeutlichte die Unvollständigkeit der Risikoklassifizierung nach den NNIS für Patienten mit kardiochirurgischem Eingriff.

Die wenigsten Patienten, die eine aortokoronare Bypassoperation erhalten, weisen einen Kontaminierungsgrad der Wunde zu Beginn der Operation auf. Demnach ist eine Risikokategorie von > 2 bei Patienten nach aortokoronarer Bypassoperation eher selten (Lepelletier et al. 2005).

Die ASA-Risikogruppen sollen den körperlichen Zustand des Patienten zu Beginn einer Operation widerspiegeln und gelten als einer der wichtigsten Faktoren für die perioperative Morbidität und Mortalität.

Nach Larsen (2002) muss bedacht werden, dass bei der ASA-Einstufung ein relativ breiter subjektiver Ermessensspielraum des Anästhesisten besteht, und weitere Faktoren, wie Art des operativen Eingriffes, Erfahrung des Operateurs und Lebensalter, dabei nicht berücksichtigt werden.

Bei Patienten, die vor einer aortokoronaren Bypassoperation stehen, besteht auf Grund der Hauptdiagnose und den teilweise zahlreichen und erheblichen Nebenerkrankungen eine ASA-Einstufung von nahezu allen Patienten bei ≥ 3 (Roy et al. 2000).

Die verlängerte Operationsdauer als Risikofaktor für die Entwicklung einer postoperativen Wundinfektion ist ebenfalls sehr umstritten (Gaynes 2000, Leong et al. 2006, Lucet 2006).

Nach Roy et al. (2000) ist die Operationsdauer innerhalb des NNIS Risikoindexes allerdings die einzige Komponente, die im Zusammenhang mit der Entstehung einer Wundinfektion steht.

Nach Haley et al. (1985a) und dem SENIC-Projekt war eine Operationsdauer von über 120 Minuten bereits ein Risikofaktor für die Wundinfektion. Nach dem Nationalen Referenzzentrum besteht ein Risiko erst über 220 Minuten. Kollöff et al. (1997) fanden unter dem untersuchten Patientenkollektiv eine durchschnittliche Operationsdauer von über 370 Minuten signifikant für die Entwicklung einer nosokomialen Infektion.

In den Daten des Nationalen Referenzzentrums werden in der Kategorie aortokoronare Bypassoperation nur die Bypassoperationen erfasst, die keinen Kombinationseingriff aufweisen. In der vorliegenden Studie sind davon 2.126 Patienten von insgesamt 2.621 Patienten betroffen. 96 Patienten von 118 eingeschlossenen Patienten mit postoperativer Wundinfektion fielen ebenfalls in diese Gruppe ($n = 2.126$) aortokoronare Bypassoperation ohne zusätzlichen Eingriff.

In der vorliegenden Studie hatte keiner der Patienten einen Kontaminationsgrad ≥ 2 . Wie in vergleichbaren Studien hatten fast alle Patienten eine ASA-Einstufung von ≥ 3 .

Die Daten des NRZ beziehen sich auf die Jahre 2002 bis 2006. Eingeschlossen wurden 12 Herzzentren in Deutschland. Insgesamt wurden von diesen 12 Zentren 27.494 Operationen (aortokoronare Bypassoperationen mit Entnahme von autologen Gefäßen an den Extremitäten ohne zusätzlichen Eingriff) gemeldet. 823 postoperative Wundinfektionen im Bereich des Thorax und 138 Wundinfektionen im Bereich der Graftentnahmestelle wurden dokumentiert und vom NRZ ausgewertet.

Auffällig war eine, im Vergleich zu den Daten des NRZ, signifikant erhöhte Wundinfektionsrate in der Herz- und Thoraxchirurgie des UKH in der Kategorie Sternuminfektionen in der Risikokategorie 0,1 sowie in der Kategorie A1-Infektion. Im

Bereich der Extremitäteninfektionen war eine Erhöhung der Rate in allen drei Risikokategorien als auch in der Kategorie A1-Infektionen auffällig.

Die Infektionsrate des NRZ liegt bei den Thoraxinfektionen in der Risikokategorie 0-3 bei 2,99%. Im Vergleich dazu liegt die Rate der Herz- und Thoraxchirurgie des UKH in derselben Kategorie bei 3,76% (95% KI = (2,98; 4,68)) und ist somit nicht signifikant erhöht.

Die A3-Sternuminfektionen kamen im Zeitraum von 2004-2006 mit einem Aufkommen von 1,41% (95% KI = (0,95; 2,01)) in der HTC vor und waren somit im Vergleich, zu den 12 beteiligten Abteilungen des NRZ mit einer Rate von 1,17%, ebenfalls nicht signifikant erhöht. Auch die A2-Infektionen im Sternumbereich waren nicht signifikant erhöht.

In der Kategorie Infektionsraten der Extremitätenwunden ergab sich für die Herz- und Thoraxchirurgie des UKH in allen Kategorien bis auf die tiefen A2-Infektionen eine signifikante Erhöhung der Rate. Sind die Infektionsinzidenzen der HTC im Vergleich zum NRZ in den Risikokategorien der oberflächlichen A1-Infektionen signifikant erhöht, liegen die Raten der tiefen Infektionen im Normbereich.

Im Vergleich zur internationalen Literatur, in denen Infektionsraten bis zu 12,4% beschrieben werden, erscheinen die Daten des NRZ sehr niedrig.

Die Teilnahme an den KISS-Programmen des Robert Koch-Instituts ist freiwillig und könnte dadurch zu einer Verzerrung der Daten führen. Einerseits liegt die Vermutung nahe, dass an einem KISS-Programm hauptsächlich in der Hygiene engagierte Kliniken mit geringeren Infektionsraten teilnehmen, andererseits sind die Raten in der KISS-Veröffentlichung anonymisiert und so könnte der Anreiz eine niedrige Infektionsrate zu erzielen, auch verloren gehen (Brandt 2006). Aber auch die Abhängigkeit der Surveillance von der Ausführlichkeit der ärztlichen Dokumentation könnte zu einer Untererfassung von oberflächlichen Infektionen führen, da gerade Chirurgen für die Beurteilung einer Wundinfektion einen höheren Maßstab ansetzen (Daschner et al. 2006).

Trotz der in vielen Studien diskutierten widersprüchlichen Risikofaktoren, die in den Risikokategorien des NRZ Verwendung finden, ist die Infektionsrate des Nationalen Referenzzentrums derzeit eine der wenigen Möglichkeiten, in Deutschland interne Inzidenzen von Wundinfektionen mit den Raten anderer Häuser zu vergleichen. Eine

Einschätzung der klinikinternen Infektionssituation sowie ein Entgegenwirken bei Ausbrüchen von nosokomialen Infektionen werden dadurch ermöglicht.

Referenzwerte können der nationalen Referenzdatenbank des Krankenhaus-Surveillance-Systems (KISS) entnommen werden. Derzeit sind 19 Indikatoroperationen gelistet. Aktuelle Hinweise sind jeweils unter der Internetadresse www.nrz-hygiene.de zu finden.

5.3 Erregerspektrum im Vergleich

Die Mehrzahl aller chirurgischen Wundinfektionen wird von gram-positiven Erregern verursacht, die Teil der patienteneigenen Haut- und Darmflora sind (Geubbels et al. 2000). Man geht davon aus, dass die Erreger zum Zeitpunkt der Inzision oder während der Operation in die Wunde gelangen.

Erreger von nosokomialen Infektionen können sowohl exogenem, als auch endogenem Ursprungs sein. Bei den endogenen Infektionen ist die patienteneigene Hautflora bzw. Besiedelung von pathogenen Erregern für die Infektion ursächlich. Die Ursache der exogenen Infektion liegt an den Patienten von außen heran getragenen Erregern. Exogene Infektionen können häufig durch geeignete hygienische Maßnahmen, wie beispielsweise die adäquate Händedesinfektion, verhindert werden (Daschner et al. 2006).

Nach Schulze et al. (2002) sind die endogen verursachten nosokomialen Infektionen häufiger als die exogenen, so ist damit das Reduktionspotenzial durch ein verbessertes krankenhaushygienisches Management deutlich geringer. Eine durch die Hygiene beeinflussbarer endogene Infektion, die gerade in der Chirurgie große Bedeutung hat, ist die Desinfektion der Haut des Patienten zur Reduktion der physiologischen Besiedelung vor chirurgischen Eingriffen (Daschner et al. 2006).

Die Kenntnis über den Übertragungsweg (endogen bzw. exogen) der Erreger spielt für die Prävention eine erhebliche Rolle. Einem verstärkten Ausbruch von nosokomialen Infektionen kann mit der Ermittlung des Ursprungs entgegengewirkt werden.

In der vorliegenden Arbeit war das Studiendesign nicht auf die Unterteilung in exogenem und endogenem Infektionsweg ausgelegt. Möglich wäre dies mit der Durchführung von intraoperativen Abstrichen gewesen. Auf Grund des großen

Patientenkollektivs von 2.621 Patienten hätte diese Untersuchung aber viel Zeit und Kosten verursacht.

Im Literaturvergleich dominieren immer noch die Staphylokokken aus den Wundabstrichen der Patienten mit nosokomialer Wundinfektion nach kardiochirurgischen Eingriffen (Zacharias und Habib 1996, Harrington et al. 2004, Sharma et al. 2004, Kolleff et al. 2006). Zugenommen haben allerdings die Infektionen mit den so genannten Problemkeimen, wie beispielsweise der Oxacillin-resistente *Staphylococcus aureus* (ORSA).

In einer australischen Studie der Arbeitsgruppe Harrington et al. (2004) war der ORSA mit 32% hauptverantwortlich für den Ausbruch von Wundinfektionen.

Auch gramnegative Erreger, wie die *Enterobacteriaceae*, sind in den mikrobiologischen Befunden der internationalen Literatur mit bis zu 28% des Gesamtspektrums vorhanden (Hollenbeak et al. 2000, Kohli et al. 2003)

Vergleiche des Erregerspektrums sollten auch im Zusammenhang mit dem jeweiligen Untersuchungszeitraum gesehen werden, da ein Erregerwechsel auf Grund von neu entwickelter Antibiotika-Therapien sowie Resistenzentwicklung bei unkritischem Einsatz immer wieder stattfindet.

Waren in den 70er Jahren der *Pseudomonas aeruginosa* und die *Enterobacteriaceae* als Auslöser für eine nosokomiale Infektion hauptverantwortlich, so wechselte das Spektrum zugunsten des ORSA. In den 90er Jahren waren die drei gramnegativen Erreger *Staphylococcus aureus*, koagulasenegative Staphylokokken sowie die Enterokokken ursächlich für 34% der nosokomialen Infektionen. Im Bereich der gramnegativen Erreger überwogen der *Escherichia coli*, der *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae* sowie der *Enterobacter spp.* (Weinstein 1998).

Bei den Patienten der Herz- und Thoraxchirurgie des UKH wurden mit über 81% hauptsächlich Staphylokokken aus den Wundabstrichen isoliert. Die resistenten Problemkeime wie ORSA sowie der Gentamicin- (high-level) resistente *Enterococcus faecium* und der Gentamicin- (high-level) resistente *Enterococcus faecalis* waren insgesamt mit ca. 10% vertreten.

Der hohe Anteil an *Staphylococcus epidermidis* von 44,88% ist im Vergleich mit der internationalen Literatur (1% - 67%) nicht ungewöhnlich, da die häufigsten Erreger von Wundinfektionen Bakterien der Haut sind.

Die pathologische Konsequenz wird allerdings kontrovers diskutiert, da es sich vor allem bei oberflächlichen Wundinfektionen nur um eine Besiedelung ohne Krankheitswert handeln könnte (Borger et al. 1998, Baskett et al. 1999, Geubbels et al. 2000, Gummert et al. 2002, Harrington et al. 2004, Kohli et al. 2003, Lepelletier et al. 2005, Daschner et al. 2006). Auch Abnahmefehler bzw. Kontamination des Wundabstriches mit Hautkeimen und darauf folgender Einstufung des Patienten in die Kategorie oberflächliche Wundinfektion, muss in Erwägung gezogen werden. Eine Übererfassung von hauptsächlich A1-Infektionen wäre dadurch denkbar.

7,87% des Gesamterregerspektrums blieben ohne spezifischen Keimnachweis. Der fehlende Nachweis von pathogenen Erregern ist jedoch auch in der Vergleichsliteratur nicht selten. Nach Gummert et al. (2002) wurde bei 12% der Patienten mit tiefer Wundinfektion kein Keimnachweis erbracht.

5.4 Späte Diagnosestellung der Wundinfektion

Eine rechtzeitige Diagnosestellung ist für die Therapie, die aus einer Revisionsoperation mit ausgiebigen Wunddebridement sowie oftmals offener Wundbehandlung und gezielter Antibiotikatherapie besteht, elementar (Kirkling und Barratt-Boyes 1993, Luckraz et al. 2003).

Auch heute noch ist die Mediastinitis eine gefürchtete Komplikation, die bei zu spät gestellter Diagnose in eine Sepsis mit Multiorganversagen und Todesfolge übergehen kann (Flasnoecker et al. 1999).

Aber insbesondere die tiefen Wundinfektionen werden auf Grund der nur klinisch zu stellenden Diagnose erst spät diagnostiziert.

Francel und Kouchoukos (2001) teilten den Zeitpunkt für das Auftreten einer tiefen Wundinfektion in drei Gruppen.

1. Frühe Manifestation zwischen dem 7. und 10. Tag mit ausgeprägten Infektionszeichen, serösen Drainageverlusten und Pusentleerung aus der Inszision sowie häufig begleitende Sternuminstabilität.
2. Späte Manifestation zwischen dem 10. und 30. Tag. Häufigster Diagnosezeitpunkt. Patienten wurden oft bereits voll mobilisiert entlassen und mussten auf Grund von starken Schmerzen im Sternumbereich sowie neu aufgetretener Entzündungszeichen

und spontan eröffneter Wunde wieder vorstellig werden. Das Auftreten eines septischen Krankheitsbildes ist möglich.

3. Manifestation nach über 30 Tagen mit teilweise schwer zu behandelnder Mediastinitis, da bereits tiefe Strukturen betroffen sind und dies mit einer erhöhten Mortalität einhergeht.

In der Vergleichsliteratur liegt der Diagnosezeitpunkt zwischen dem 7. und 48. postoperativen Tag (Bitkover und Gårdlund 1998, Borger et al. 1999, Tegnell et al. 2000, Trick et al. 2000, Francel und Kouchoukos 2001, Benlolo et al. 2003).

Ursächlich für die erschwerte Diagnose sind teilweise unspezifische Zeichen wie Erhöhung der Entzündungsparameter, Fieber, Schüttelfrost, Tachykardie, Tachypnoe, Schmerzen im Bereich des Sternums, Abgeschlagenheit, Rötung im Bereich des Sternums. Nach kardiochirurgischen Eingriffen sind diese Symptome meist weniger ausgeprägt (Davis und Shires 1991, Francel und Kouchoukos 2001). Als systemische Antwort der Infektion kann es durch Endotoxine zur Sepsis kommen, die ein Multiorganversagen mit Todesfolge in ihrer dramatischsten Form zur Folge haben kann (Larsen 2002).

In der vorliegenden Arbeit wurde eine A2- bzw. A3-Infektion durchschnittlich am 26. Tag postoperativ festgestellt (Median 17. Tag). Im Hinblick auf den Diagnosezeitpunkt aller postoperativen Wundinfektionen (A1-A3) ist die Diagnose durchschnittlich am 21. postoperativen Tag (*SD* 20,6) gestellt worden (Median 15. p.o. Tag) Dies ist vergleichbar mit Ergebnissen anderer Arbeiten mit einem durchschnittlichen Diagnosezeitpunkt von 21,9 Tagen (L'Ecuyer et al. 1996).

5.5 Mortalitätsrate nach aortokoronarer Bypassoperation

88.000 Todesfälle wurden 1995 in den USA den nosokomialen Infektionen zugeschrieben – dies entspricht einem Todesfall alle 6 Minuten auf Grund einer nosokomialen Infektion (Weinstein 1998). Vor mehr als 60 Jahren schrieb ein Beobachter zu diesem Thema: „Es gab Zeiten im Krankenhaus, da sind alle chirurgischen Patienten verstorben. Eine Operation kam einer Exekution gleich.“ Durch Asepsis und Fortschritte der chirurgischen Techniken haben sich die Zeiten positiv verändert (Daschner et al. 2006).

Trotzdem ist die nosokomial bedingte tiefe Infektion von Räumen und Organen – die Mediastinitis – nach kardiochirurgischen Eingriffen eine gefürchtete Komplikation, da

sie auch heute noch mit einer hohen Mortalitätsrate zwischen 8% und 20% behaftet ist (Baskett et al. 1999, Braxton et al. 2000, Hollenbeak et al. 2000, Gummert et al. 2002).

In einer Studie nach Braxton et al. (2000) wurde die Überlebensrate über vier Jahre nach aortokoronarer Bypassoperation untersucht. Es stellte sich heraus, dass nach einem Jahr postoperativ von den Mediastinitis-Patienten nur noch 78% lebten. Im Vergleich dazu überlebten 95% der Patienten ohne Mediastinitis das erste Jahr.

In der vorliegenden Studie verstarben unter den Patienten mit tiefer Sternuminfektion acht Patienten von 33 von einer A3-Infektion betroffenen Personen. Im Vergleich dazu starben in der Gruppe der Patienten ohne Infektion 133 (5,31%) von 2.503 Patienten nach herzchirurgischem Eingriff.

Im Literaturvergleich wird allerdings häufig die 30 Tage In-Hospital Mortalität angegeben (Osswald et al. 2002, Kohli et al. 2003).

Auf den begrenzten Beobachtungszeitraum von 30 Tagen bezogen sind demnach nur zwei Patienten der acht Patienten (von einer A3-Infektion betroffen) verstorben.

Die Begrenzung auf die 30 Tage In-Hospital Mortalität erscheint für Patienten mit Mediastinitis eher ungünstig, da die Diagnose, wie zuvor bereits erwähnt, erst zwischen dem 7. Tag und dem 48. Tag gestellt wird und dann die Patienten eher einen stark prolongierten Verlauf mit erheblich verlängerten Krankenhausaufenthalt und Revisionsoperationen ertragen müssen (Kollef et al. 1997, Kirkling und Barratt-Boyes 1999, Toumpoulis et al. 2005). Stähle et al. (1997) zeigten in einer schwedischen Studie, dass die 5-Jahres-Überlebensrate nach sternalen Wundkomplikationen nach ACB-Operationen bei 76% lag. Aber nur 3,3% der Patienten verstarben in den ersten 30 Tagen nach dem operativen Eingriff.

Die Todesfolge trat bei den Patienten mit Sternuminfektion in der vorliegenden Studie in ca. 90% der Fälle nach den 30 Tagen postoperativ auf; im Vergleich zu den nicht infizierten Patienten verstarben 88,72% innerhalb der ersten 30 Tage postoperativ.

Generell ist die Festlegung der Todesursache mit Schwierigkeiten und unter Umständen unkorrekten Angaben verbunden. Eine Untersuchung ergab einen Anteil von 59% von falsch dokumentierten Todesursachen. Die Ursache Herz-Kreislaufversagen oder

Herzstillstand ist in den Totenscheinen oftmals überrepräsentiert. Letztendlich ist das Herz-Kreislaufversagen immer die direkte Ursache des Todes. Was allerdings dem Herz-Kreislaufversagen voran ging, ist aus der Dokumentation häufig nicht ersichtlich (Lauer et al. 1999, Osswald et al. 2002).

Ein Patient, der mit einer Wundinfektion verstirbt, kann unabhängig davon multimorbide sein, so dass die Wundinfektion als Todesursache nur eine die anderen Diagnosen begleitende Erkrankung war. Die Bedeutung von Mortalitätsraten muss daher kritisch betrachtet werden – auch in Hinblick darauf, dass in einigen Kliniken vermehrt multimorbide Patienten behandelt werden. Eine erhöhte Mortalitätsrate ist hierbei zu erwarten.

Auch von den im Rahmen der vorliegenden Arbeit beobachteten Patienten sind neun von denjenigen mit nosokomialer Wundinfektion (n = 118) verstorben, die lediglich eine oberflächliche Infektion aufwiesen. Es ist demzufolge nicht von vorneherein anzunehmen, dass die Todesursache die A1-Infektion war. Wahrscheinlich führten die schweren Begleiterkrankungen zum Multiorganversagen. Diese neun Patienten verstarben nach dem 30. postoperativen Tag, was auf eine verlängerte Verweildauer auf Grund einer postoperativen Komplikation hinweist, die allerdings nicht die Wundinfektion war. Die A1-Infektion ist offensichtlich im Laufe des langen Aufenthaltes entstanden.

5.6 Perioperative Aufenthaltsdauer im Vergleich

Eine der vorrangigen Zielgrößen der DRG ist die Verkürzung der Verweildauer im Krankenhaussektor. In den letzten 20 Jahren hat sich die Verweildauer im stationären Bereich immer weiter reduziert, die Patientenfallzahl stieg dazu aber parallel immer weiter an. So wirken sich komplikationsreiche Verläufe, wie sie die Wundinfektion mit ihrem prolongiertem Verlauf darstellt, wirtschaftlich negativ aus. Die für eine DRG vorgegebene mittlere Verweildauer wird dadurch überschritten. Eine Bettenblockierung durch einen Patienten mit prolongiertem Verlauf ist die weitere Folge.

Es herrscht allgemeiner Konsens, dass die verlängerte Verweildauer über die Norm hinaus der bedeutendste Kostenfaktor ist (Coello et al. 1993, Andersen 1998, Jenney et al. 2001, Herwaldt et al. 2006). In den USA schätzte Jarvis (1996) den verlängerten

Krankenhausaufenthalt von Harnwegsinfektionen auf 1-4 Tage, bei Pneumonien auf 7-30 Tage, bei der Sepsis 7-21 Tage und bei der Wundinfektion 7-8 Tage.

Gerade an den britischen und amerikanischen Krankenhäusern wurde bereits auf Grund von Kostenersparnissen der Aufenthalt der Patienten in den letzten Jahren erheblich verkürzt (Loubani et al. 2000, Cowper et al. 2007). Der Entlassungstag lag nach Peterson et al. (2002) bei 53% der Patienten nach ACB am fünften postoperativen Tag. Loubani et al. (2000) untersuchte mit seiner Arbeitsgruppe, ob der vierte postoperative Tag als Entlassungstag nach kardiochirurgischen Eingriffen als sicher anzusehen ist.

Er fand heraus, dass der frühe Entlassungstermin für eine bestimmte Patientengruppe – frühzeitige vollständige Mobilisation und komplikationslosen Verlauf vorausgesetzt – durchaus keine Gefährdung für den Patienten birgt und sich zusätzlich dadurch Kosten von bis zu £ 750 pro Patient einsparen lassen.

Auch in Deutschland wird es zu einer weiteren Reduktion der Verweildauer in Zukunft kommen. Die Entwicklung der weiteren Verkürzung des Krankenhausaufenthaltes wird eine zunehmende Verlagerung der nachstationären Behandlung auf die niedergelassenen Ärzte zur Folge haben (Flintrop 2006).

Die Ermittlung von Gründen des verlängerten perioperativen Aufenthaltes über die reguläre Zeit hinaus war immer wieder Gegenstand verschiedener Untersuchungen (Weintraub et al. 1989). Tabelle 21 gibt einen Überblick über die Verlängerung der Verweildauer auf Grund einer postoperativen Wundinfektion.

Tabelle 21: Zusätzliche stationäre Verweildauer wegen postoperativer Wundinfektion nach herzchirurgischem Eingriff, k.A. = keine Angaben

Studiengruppe	CDC	mit NI/ ohne NI	Verweildauer in Tagen		p-Wert
			mit NI	ohne NI	
Weintraub et al.1989	k.A.	82/ 4.683	32,2 ± 25,8	8,7 ± 8,9	p < 0,0001
Rebollo et al. 1996	k.A.	54/ 970	25 ± 18	14 ± 14	p < 0,0001
Borger et al. 1998	A3	92/ 12.267	32 ± 21	10 ± 9	p < 0,001
Jakob et al. 2000	A1-A3	38/ 376	29,4 ± 24	11,9 ± 6,9	p < 0,001
Kohli et al. 2003	A1-A3	342/ 11.508	22,1 ± 19,1	10,6 ± 8,4	p = 0,001
Toumpoulis et al. 2005	A3	40/ 3.760	35 ± 31.0	10,7 ± 11.7	p < 0,001

Die Aufenthaltslänge durch die Infektion war in allen Studien signifikant verlängert. Die durchschnittliche Verweildauer eines Patienten nach aortokoronarer Bypassoperation lag zwischen 8,7 und 14 Tagen. Bei einem Patienten mit postoperativer Wundinfektion lag die durchschnittliche Verweildauer bereits zwischen 22,1 und 35 Tagen (Borger et al. 1998, Jakob et al. 2000, Kohli et al. 2003, Toumpoulis et al. 2005).

Aber auch die umgekehrte Schlussfolgerung ist hierbei zulässig. Denn je länger ein Patient im Krankenhaus verweilt, desto höher ist das Risiko, eine weitere nosokomiale Infektion zu akquirieren (Daschner et al. 2006).

In der vorliegenden Studie lag der durchschnittliche Aufenthalt eines Patienten nach kardiochirurgischem Eingriff und nosokomialer Wundinfektion bei 42,2 Tagen (*SD* 22,8) im Gegensatz zu einem Patienten ohne Wundinfektion mit 14,5 Tagen (*SD* 8,9). Werden nur die Patienten nach ACB-Operation ohne zusätzliche Operationen ($n = 2.126$) betrachtet, so liegt die durchschnittliche Liegedauer bei 40,5 Tagen (*SD* 22,1) bzw. 13,6 Tagen (*SD* 7,1). Der Aufenthalt war also durch eine Infektion signifikant ($p < 0,001$) verlängert und auch im Vergleich zu anderen Studien überdurchschnittlich hoch. Auch der Aufenthalt auf der ITS, IMC und Normalstation war jeweils signifikant erhöht ($p < 0,001$). Die stationäre Wiederaufnahme wurde jedoch in den wenigsten Studien berücksichtigt. In der vorliegenden Arbeit wurden von 118 Patienten mit postoperativer Wundinfektion 39 Patienten erneut stationär aufgenommen. Insgesamt kam es zu 50 stationären Wiederaufnahmen (mit einer unterschiedlichen Aufnahmenummer) unter den 39 Patienten sowie 1.115 zusätzlichen Krankenhaustagen, die für eine Erhöhung der durchschnittlichen Liegedauer beigetragen haben.

Nach den Fallpauschalen-Vereinbarungen 2006 sollte die mittlere Verweildauer einer koronaren Bypassoperation ohne invasive kardiologische Diagnostik, ohne komplizierende Prozeduren, ohne Karotiseingriff (F32Z nach den deutschen Kodierrichtlinien 2006) bei 12,6 Tagen liegen. Die mittlere Verweildauer einer koronaren Bypassoperation mit invasiver kardiologischer Diagnostik, mit komplizierenden Prozeduren oder Karotiseingriff (F05Z) bei 20,1 Tagen.

Mit Überschreitung der mittleren Verweildauer wirkt sich das Kosten-Erlös-Verhältnis zu Ungunsten des Krankenhauses aus. Mit jedem weiteren Tag bis zum Erreichen der oberen Grenzverweildauer steigt dieses Defizit weiter an. Die Zuschläge nach

Überschreitung der oberen Grenzverweildauer sind lediglich als Absicherung des Krankenhauses zur Begrenzung des Defizits zu verstehen (Roeder und Hensen 2009).

Gerade Patienten mit tiefer Wundinfektion bzw. Mediastinitis werden häufig auf der Intensivstation betreut. Obwohl die 118 Patienten am Gesamtkollektiv von $n = 2.621$ nur einen Anteil von 4,5% ausmachen, verursachen sie 15,8% der fiktiven Gesamtkosten der Intensivstation. Die Betriebskosten eines Intensivbettes betragen in Deutschland zwischen € 1.265 - €1.400 (Clade 2004, Martin et al. 2008).

5.6.1 Erneute Einweisungen wegen postoperativer Komplikationen

In einer Übersichtsarbeit von Weinstein (1998) wird die progressive Verkürzung des stationären Aufenthaltes der Patienten in den letzten Jahrzehnten von 1975 mit durchschnittlich 7,9 stationärer Behandlungstage auf 5,3 Tage im Jahre 1995 für die steigende Rate von nosokomialen Infektionen verantwortlich gemacht. Die dadurch verursachten Kosten wurden für das Jahr 1995 mit \$ 4.5 Milliarden erwartet.

Neuere Studien zeigten allerdings, dass eine Verkürzung des stationären Aufenthaltes keinen Einfluss auf eine erhöhte Infektionsrate oder vermehrte Wiederaufnahmen hat (Loubani et al. 2000, Cowper et al. 2007). Nachteilig wirkt sich die frühzeitige Entlassung nur auf die ambulanten Betreuungskosten auf (Cowper et al. 2007).

In einer amerikanischen Studie wurden die Gründe erneuter stationärer Wiederaufnahmen untersucht. Es zeigte sich eine Rate von 12,9% erneuten Einweisungen, die im direkten Zusammenhang mit der Bypassoperation stehen.

Der größte Anteil aller erneuten Einweisungen fiel mit 28% dabei auf die postoperativen Wundinfektionen (Hannan et al. 2003). Ursächlich dafür ist die späte Manifestation der Mediastinitis zwischen dem 10. und 30. Tag, wenn der Großteil der Patienten bereits entlassen ist (Francel und Kouchoukos 2001). In einer amerikanischen Studie der Arbeitsgruppe L'Ecuyer et al. (1996) wurde bei 63,2% der Patienten mit postoperativer Wundinfektion die Diagnose im Krankenhaus gestellt. 30,1% der von einer nosokomialen Wundinfektion betroffener Patienten mussten erneut stationär aufgenommen werden bei zunächst komplikationslosem Verlauf.

Die Ergebnisse der HTC sind mit den Daten von L'Ecuyer et al. (1996) vergleichbar. Fast ein Drittel der 118 Patienten musste auf Grund einer nosokomialen Wundinfektion erneut stationär aufgenommen werden (Gruppe 2 und Gruppe 3). 32 Patienten (Gruppe 3) wiesen bei der Erstaufnahme zuvor einen komplikationslosen Verlauf auf und wurden regulär entlassen. Zusätzlich zu dieser Verweildauer des regulären Aufenthaltes

kamen aber noch die Tage der erneuten stationären Behandlung auf Grund der Wundinfektion, die sich bei diesen 39 Patienten auf 1.115 Tage insgesamt belaufen.

Sieben Patienten (Gruppe 2) wurden bereits während des regulären Erstaufenthaltes auf Grund einer nosokomialen Wundinfektion behandelt, mussten aber nach Entlassung wieder stationär therapiert werden. Sie kamen auf zusätzliche 121 Krankenhaustage, obwohl sie bereits eine gesamte Aufenthaltsdauer von 271 Tagen hinter sich hatten. Auf das gesamte Patientenkollektiv von 2.621 Patienten bezogen, weisen diese 39 Patienten allerdings nur einen Anteil von 1,49% auf.

Nach Ferraris et al. (2001) mussten innerhalb von 30 Tagen nach Entlassung wieder 9,8% der Patienten erneut stationär aufgenommen werden. Unter den Gründen der Wiederaufnahmen kam die postoperative Sternuminfektion nach herzchirurgischem Eingriff auf 7,5%. Dabei ist allerdings zu bedenken, dass viele Gründe der Rehospitalisation internistische Erkrankungen betrafen, wie beispielsweise die gastrointestinale Blutung nach Antikoagulationstherapie oder eine Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD)-Exazerbation.

Im UKH werden Patienten mit internistischen Erkrankungen nach Entlassung in der Klinik für Innere Medizin oder in ein anderes Krankenhaus mit internistischer Abteilung weiter betreut. Demzufolge ist die Rate der stationär wieder aufgenommenen Patienten (unter den Patienten ohne Infektion) von 0,72% innerhalb von 30 Tagen nach Entlassung aus der HTC sehr niedrig. Zu beachten ist allerdings, dass Wiederaufnahmen aus internistischen Gründen bzw. wegen erneuter Operation ohne Zusammenhang zur Erstoperation nicht in diese Berechnung mit eingehen.

5.6.2 Behandlungsregime der tiefen Wundinfektion

Sobald sich die Verdachtsdiagnose einer Mediastinitis bestätigt hat oder das Sternum instabil ist, muss der Patient operativ versorgt werden. Die mediane Sternotomie muss wiedereröffnet werden, Nahtmaterial sowie alle Drahtcerclagen sind zu entfernen und nekrotisches Gewebe sollte so weit wie möglich abgetragen werden. Es folgt in den meisten Fällen die offene Wundbehandlung. Die Behandlung mit einem Vakuumverband ist hierbei eine in Studien gut untersuchte Alternative. Die Rekonstruktion des teilweise stark destruierten Gewebes erfolgt individuell. Möglichkeiten mittels Muskellappenplastiken und Omentumhochzug sind nur zwei

Varianten den Defekt zu decken (Kirkling und Barratt-Boyes 1993, Horch et al. 2000, Maiwald et al. 2000, Francel und Kouchoukos 2001, Luckraz et al. 2003).

In der Vergleichsliteratur lassen sich nur wenige Daten über den negativen Aspekt der Kardiochirurgie – die Revisionsoperationen – finden. Es kann allerdings vorausgesetzt werden, dass jede Klinik für Herzchirurgie mit dieser Komplikation konfrontiert wird. Gerade bei Patienten mit tiefer Sternuminfektion bietet sich kaum eine andere Behandlungsmethode an.

Ca. 97% der betroffenen Patienten müssen mindestens eine Revisionsoperation über sich ergehen lassen (Borger et al. 1998, Trick et al. 2000). In einer Studie von L'Ecuyer et al. (1996) wurden an 34 der Patienten mit postoperativer Wundinfektion nach kardiochirurgischem Eingriff (n = 163 Patienten) insgesamt 34 Revisionsoperationen durchgeführt. Das entsprach ungefähr dem Patientenanteil, die eine tiefe Infektion entwickelten (30 Patienten). 20 Patienten wurden danach noch mit einer Lappenplastik versorgt. Mehrfache Revisionsoperationen sind demnach bei Patienten mit tiefer Sternuminfektion nicht ungewöhnlich.

Revisionsoperationen aus anderen Gründen wie beispielsweise die postoperative Nachblutung oder die Perikardtampnade sind prädisponierend für die tiefen Sternuminfektionen (López Gude et al. 2006, Lucet 2006).

In der vorliegenden Studie kam es in einem Zeitraum von 3 Jahren (sowie einem Jahr Nachbeobachtung) bei 65 Patienten mit nosokomialer Wundinfektion (n = 118) zu insgesamt 113 Revisionsoperationen, die auf Grund der Infektion durchgeführt wurden. Insgesamt wurden von den 118 Patienten 70 revidiert, wobei neun Revisionsoperationen aus anderen Gründen durchgeführt wurden, wie z.B. die Perikardtampnade.

93,45% der Patienten mit tiefer Sternuminfektion wurden revidiert – das entspricht den Daten der Vergleichsliteratur. Im Vergleich dazu wurden an 132 Patienten ohne Infektion (n = 2.503) 148 Revisionsoperationen aus Gründen wie Perikardtampnade, Nachblutung, instabilem Sternum etc. durchgeführt. 5,27% der Patienten ohne Infektion mussten sich einer Revisionsoperation unterziehen. Bei den Patienten mit Infektion lag die Rate der Revisionsoperationen bei 59,32% (70 Patienten von 118 Patienten mit Wundinfektion).

Eine Revisionsoperation dauert im Durchschnitt 45 Minuten. Der Operationsaal ist für diese Zeit belegt. Ein Anästhesist mit Pflegepersonal sowie mindestens ein Operateur mit Pflegepersonal müssen für diese Operation abgestellt werden. Die

Revisionsoperationen haben aber nicht nur wirtschaftliche Konsequenzen durch Personalkosten, sondern auch gesundheitliche Folgen für den Patienten, der sich dem erneuten Risiko einer Operation mit Intubationsnarkose aussetzen muss.

5.7 Kosten von nosokomialen Infektionen

Um beurteilen zu können, ob die DRG-Fallpauschalen die Kosten abdecken, ist eine Kostenrechnung mit Kostenarten-, Kostenstellen- und Kostenträgerrechnung als Planungs- und Kontrollinstrument auch im Krankenhaus unerlässlich.

Aufgabe der Kostenrechnung ist die Erfassung, Verteilung und Zuordnung der Kosten, die bei der betrieblichen Leistungserstellung entstehen. Kosten sind der bewertete Verbrauch von Gütern und Dienstleistungen für die Erstellung von betrieblichen Leistungen und die Aufrechterhaltung der dafür erforderlichen Kapazitäten (Wöhe 1993).

Zunächst werden alle Kosten, die im Krankenhaus anfallen, als Kostenarten erfasst. (z.B. Personalkosten, Sachkosten (wie medizinischer Bedarf), Energie, Wirtschafts- und Verwaltungskosten etc.). Die Daten für die Kostenartenrechnung liefert die Buchhaltung. Die Kostenarten werden auf die Kostenstellen (Abteilungen oder Leistungsbereiche) verteilt – die Einzelkosten (z.B. Personalkosten der einzelnen Abteilungen bzw. Kostenstelle) direkt und die Gemeinkosten mit Hilfe von Verteilungsschlüsseln. Für die Zuordnung der Gemeinkosten gilt das Verursachungsprinzip. Jede Kostenstelle darf nur mit den anteiligen Gemeinkosten belastet werden, die sie auch verursacht haben.

In der Selbstkostenrechnung (Kalkulation) werden die Kosten der Kostenstellen entweder direkt oder mit Verteilungsschlüsseln den Kostenträgern zugeordnet. Kostenträger kann nur sein, wer Kosten tragen kann, d.h. wer für Leistungen auch Erlöse erzielt. Kostenträger im Krankenhaus sind deshalb die Abteilungen/ Bereiche, deren Leistungen durch die DRG bezahlt werden (Keun und Prott 2006).

Eine exakte Kostenrechnung, die eine genaue Zuordnung der Kosten – insbesondere auf die Kostenträger – ermöglicht, war zum Zeitpunkt der Erhebung noch nicht vorhanden. Auch wenn die Erlöse aus den DRG-Fallpauschalen für einen komplikationslosen Behandlungsverlauf möglicherweise ausreichend sind, ist eine Kostendeckung bei komplizierten Verlauf, z.B. bei einer postoperativen Wundinfektion, fraglich. Deshalb können die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit nicht die Kosten im Sinne einer Kostenträgerrechnung wiedergeben. Es lässt sich nur ein Teil der Kosten durch die

verlängerte Verweildauer, erneute Aufnahmen sowie Revisionsoperationen in Form von Zeitkosten ermitteln.

Die DRG gewinnen zunehmend den Charakter von Preisen. Auch für ein Krankenhaus gilt deshalb, dass die Kosten der Kostenträger nach Möglichkeit unter diesen Fallpauschalen liegen, um langfristig überleben zu können. Eine exakte Kostenrechnung – insbesondere die Kostenträgerrechnung – ist deshalb unerlässlich. Sie ist ein wichtiges Instrument nicht nur für die Kostenkontrolle und für das Aufdecken von Schwachstellen, sondern auch die Grundlage für eine Kosten- und Ertragssteuerung für die Zukunft.

Internationale Versuche, die Kosten der nosokomialen Infektionen zu beziffern, waren immer wieder Ziele verschiedener Arbeiten. Nach unserem Wissensstand beliefen sich diese Versuche allerdings eher auf Schätzungen oder es wurden Kosten, wie die indirekten Kosten, nicht oder nur teilweise berücksichtigt.

Nach der Veröffentlichung der Ergebnisse der Prävalenzstudie NIDEP-1 (1995) waren rund 3,5% aller im Krankenhaus behandelten Patienten von einer nosokomialen Infektion betroffen. Da jährlich ca. 15 Millionen Menschen im Krankenhaus behandelt werden, wurde hochgerechnet, dass im Jahr mehr als 525.000 Patienten von einer nosokomialen Infektion betroffen sein könnten. Die geschätzten Kosten belaufen sich demnach auf ca. 1,28-1,53 Milliarden Euro im Jahr. Soziale Folgekosten wie Verdienstausschlag infolge verlängerter Liegezeit gehen dabei nicht mit ein (Rüden et al. 1995, Daschner et al. 2006).

Aktuelle Kostenschätzungen von nosokomialen Infektionen belaufen sich in Großbritannien auf ca. 1 Mrd. Pfund im Jahr (Graves 2004).

Coello et al. (2005) verglichen die Kosten für postoperative Wundinfektionen verschiedener Operationen in englischen Krankenhäusern. Dabei ergab sich, dass die nosokomiale Wundinfektion nach kardiochirurgischem Eingriff mit durchschnittlich zusätzlichen £ 6.422 am teuersten war.

Auch nach Hollenbeak et al. (2000) stellte sich nach einer Kostenanalyse die postoperative Wundinfektion als eine der kostenintensivsten Komplikationen nach

herzchirurgischen Eingriffen heraus. Die durchschnittlichen Gesamtkosten für eine komplikationslose aortokoronare Bypassoperation an einem Patienten mit niedrigem Risiko belaufen sich auf annähernd \$ 11.002. Bei einem Patienten mit einer tiefen Wundinfektion müssen durchschnittlich \$ 18.938 pro Patient dazu addiert werden.

Bemerkenswert an dieser Studie war auch der signifikante Kostenunterschied von \$ 60.546 eines verstorbenen Patienten mit tiefer Wundinfektion gegenüber einem überlebenden Patienten mit derselben Diagnose. Ein stark prolongierter Verlauf vor dem Exitus sowie Maximaltherapie auf der ITS wäre ein Erklärungsversuch für diesen erheblichen Unterschied.

Aber auch in diese ausführlich angelegte Kostenanalyse gehen keine indirekten Kosten mit ein, die den Betrag eventuell weiter nach oben setzen würden.

Die australische Studiengruppe Jenney et al. (2001) versuchte ebenfalls die Kosten der postoperativen Wundinfektion nach aortokoronarer Bypassoperation an 108 Patienten mit Infektion gegenüber 108 Patienten ohne Infektion zu ermitteln. Aber auch in dieser Studie wird weder auf die indirekten Kosten eingegangen, noch werden alle direkten Kosten, wie Revisionsoperationen und Verbrauch von zusätzlichem Material, erfasst. Es wurde pro Patient die verlängerte Verweildauer ermittelt und mit dem Tagessatz der Normalstation bzw. Intensivstation multipliziert. Die Kosten der Antibiotika-Therapie wurden gesondert erfasst und dazu addiert. Insgesamt belaufen sich die Kosten des verlängerten Aufenthaltes der 108 Patienten auf \$ 1.299.082. Die Kosten der Antibiotika-Therapie wurden mit \$ 42.270 beziffert. Obwohl auch Australien mit den DRG arbeitet, wurden in dieser Studie die Gesamtkosten durch eine nosokomiale Infektion nicht mit den Erlösen aus den DRG verglichen. Es ist zu vermuten, dass die Komplexität des Systems eine genaue Kostenkalkulation gerade bei komplikationsreichen Verläufen erheblich erschwert.

5.8 Prävention von Infektionen

Gerade im Zeitalter der DRG werden Überschreitungen der stationären Verweildauer für eine Erhöhung der Kosten verantwortlich gemacht und so liegt die Ermittlung von Ursachen und zukünftiger Prävention auch im ökonomischen Interesse. Aber nicht nur aus wirtschaftlichen Gründen sollte die Prävention von nosokomialen Infektionen einen hohen Stellenwert erhalten, sondern auch um den betroffenen Patienten zusätzliches Leid und unter Umständen ein erhöhtes Letalitätsrisiko zu ersparen (Rüden et al. 1995).

Die Ursache einer postoperativen nosokomialen Infektion muss allerdings multifaktoriell betrachtet werden. Somit ergeben sich verschiedene Angriffspunkte einer Infektion entgegen zu wirken. Abbildung 5 verdeutlicht einige dieser Ursachen (Daschner et al. 2006).

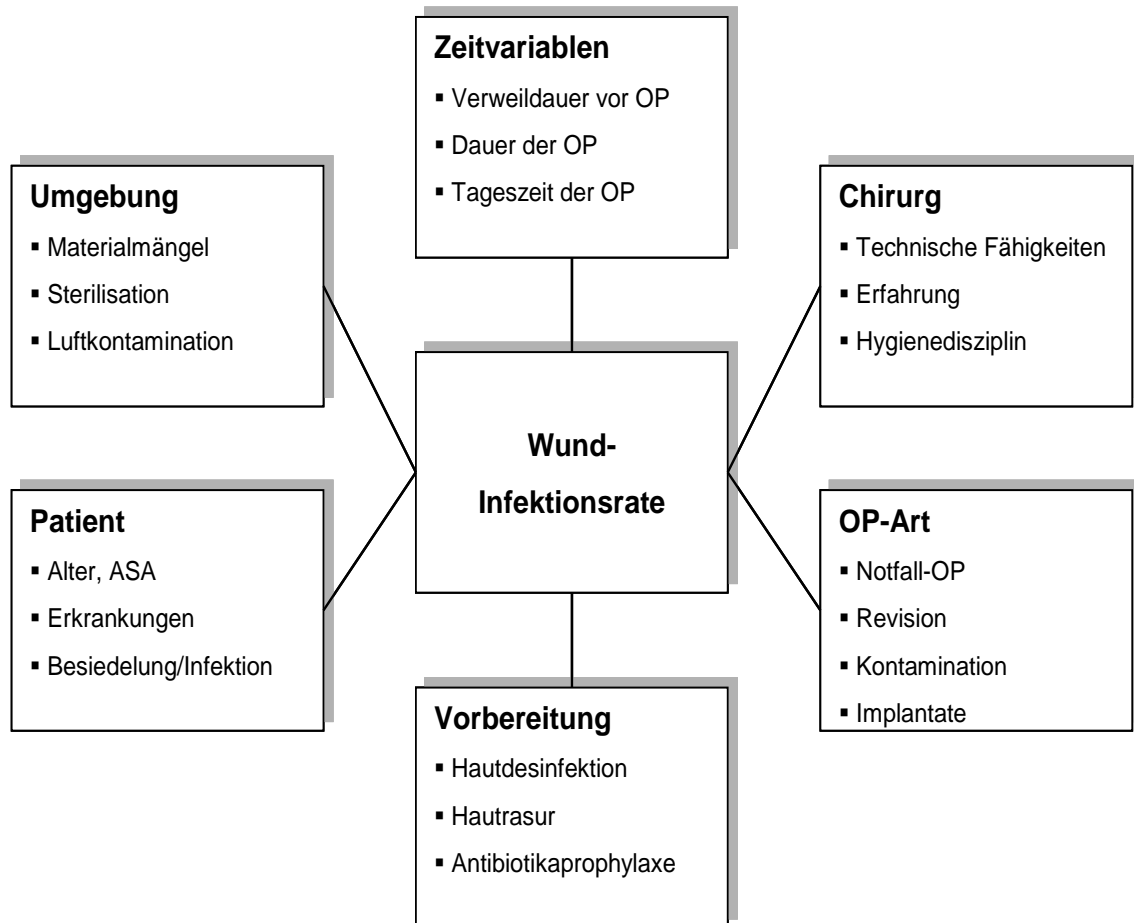


Abbildung 5: Einflussgrößen von postoperativen Wundinfektionen (nach Daschner et al. 2006)

Das Risiko für eine Wundinfektion erhöht sich ebenfalls auf Grund erheblicher Nebenerkrankungen und eines hohen Alters (Trick et al. 2000, Olsen et al. 2002, Harrington et al. 2004, López Gude et al. 2006).

Eine NI entsteht nicht nur wegen mangelnder Hygiene wie unzureichende präoperative Hautdesinfektion des Patienten und ungenaue Händedesinfektion. Auch die Erfahrung und die technischen Fähigkeiten des Chirurgen beeinflussen das Risiko in nicht unerheblichem Maße.

Oftmals bringt aber auch der Patient durch eine präoperative Kontamination das Risiko einer Wundinfektion mit. Nach Young und Winston (2006) sind ca. 20% der Patienten

mit ORSA präoperativ besiedelt. Daher wird auch in Deutschland das Screening von Patienten auf ORSA bei Einweisung zunehmend diskutiert (Wernitz et al. 2005). Zeitvariablen, wie der verlängerte präoperative Aufenthalt, können sich ebenfalls auf die Entwicklung einer Wundinfektion negativ auswirken (Mangram et al. 1999).

Die Surveillance von nosokomialen Infektionen ist eine wichtige Voraussetzung, um eine Reduktion zu bewirken (Daschner et al. 2006).

Durch die Surveillance werden zwei Ziele verfolgt (Rüden und Gastmeier 2004):

1. Der Vergleich von eigenen Infektionsdaten mit denen von anderen Krankenhäusern, um auf Probleme im Infektionsbereich aufmerksam zu werden und entsprechend zu handeln.
2. Das Bewusstsein für Prävention zu schärfen und auf hohem Niveau zu handeln.

Man schätzt, dass ca. ein Drittel aller nosokomialen Infektionen durch die Surveillance mit Benachrichtigung an das betreffende Personal und gezielte Prävention vermeidbar wären (Haley et al. 1981, Scheckler et al. 1998, Weinstein et al. 1999, Zuschneid et al. 2003, Brandt et al. 2006). So konnten McConkey et al. (2004) einen Rückgang der Infektionsrate über einen Zeitraum von drei Jahren zeigen, indem eine Surveillance durchgeführt wurde. Es wurden Chirurgen-spezifische Infektionsraten ermittelt sowie Änderungen im perioperativen Ablauf vorgenommen. Bereits durch die kontinuierliche Erfassung der nosokomialen Infektionen durch die Surveillance, ist dieses Problem regelmäßig präsent und führt durch diesen nach „Hawthorne“ benannten Effekt bereits zur Reduktion (McConkey et al. 1999, Gastmeier 2004).

Kosten-Nutzen-Effektivität muss allerdings auch bei Präventionsmaßnahmen nachgewiesen werden. Nach Gastmeier (2004) liegt der Aufwand für eine Surveillance bei wöchentlich zwei bis drei Stunden. Eine Surveillance in der Chirurgie wäre bereits dann kosteneffektiv, wenn es gelingt, nur eine Infektion im Jahr zu vermeiden.

Nach Feststellung von auffällig häufigen Infektionen sollte ein Ausbruchmanagement mit strukturiertem Vorgehen erfolgen, um die Verbreitung zügig zu verhindern (Gastmeier et al. 2002). Empfehlungen für das Ausbruchmanagement sind den Empfehlungen des Robert Koch-Institut unter www.rki.de zu entnehmen.

6 Schlussfolgerung

Gerade in den letzten Jahren – seit Einführung der DRG im deutschen Gesundheitssystem – rückt der wirtschaftliche Aspekt im medizinischen Bereich zunehmend in den Vordergrund. Dabei stellt die Verkürzung bzw. die Einhaltung der mittleren und oberen Grenzverweildauer eines Patientenaufenthaltes eine wesentliche gesundheitspolitische Zielgröße dar.

In den letzten 20 Jahren hat die Patientenfallzahl kontinuierlich zugenommen, der Trend zur Verweildauerkürzung hielt jedoch weiter an (Roeder und Hensen 2009). Das Durchschnittsalter der Bevölkerung steigt ebenfalls stetig an.

Aus den Ergebnissen einer Prävalenzstudie in Deutschland geht hervor, dass 63% der Patienten mit einer NI älter als 65 Jahre waren und dass in den verschiedenen Altersgruppen ein fortlaufender Anstieg der NI-Prävalenz zu beobachten war (Rüden et al. 1995).

In diesem Zusammenhang stellen sich folgende Fragen:

- Zu welchem Zeitpunkt sollte die Entlassung für den Patienten speziell nach herzchirurgischem Eingriff geplant werden?
- Ist auf Grund der frühzeitigen Entlassungen mit vermehrten Komplikationen zu rechnen?
- Darf der Trend der Aufenthaltsdauerverkürzung gerade bei älteren Patienten fortgesetzt werden?

Nach Loubani et al. (2000) ergaben sich nach frühzeitiger Entlassung nach kardiochirurgischen Eingriffen keine gehäuften Komplikationen, vorausgesetzt die Patienten wiesen komplikationslose Verläufe postoperativ auf und konnten somit auch rechtzeitig mobilisiert werden. Das Durchschnittsalter der frühzeitig entlassenen Patienten lag allerdings bei 62,7 (*SD* 7,5 Jahren). In der vorliegenden Arbeit lag das durchschnittliche Alter der Patienten ohne Infektion bei 67 Jahren (*SD* 9,1) und der Patienten mit Infektion bei 68 Jahren (*SD* 8,9).

In einer Übersichtsarbeit von Weinstein (1998) wurde die progressive Verkürzung der Behandlungsdauer verantwortlich für die Entwicklung der NI gemacht.

Auch im Rahmen der Entwicklung des DRG-Systems spielte eine Mindest-Behandlungsdauer eine Rolle. So darf ein Krankenhaus, das einen Patienten unterhalb der unteren Verweildauer entlässt, die Pauschale nicht in voller Höhe abrechnen. In gewisser Weise suggeriert die Tatsache der unteren Verweildauergrenze, dass es sinnvoll sein könne, die Patienten über diese Grenze hinweg stationär zu behandeln (Roeder und Hensen 2009).

Die vorliegende Arbeit hat sich auf eine postoperative Komplikation, die nosokomiale Wundinfektion, konzentriert und die Verweildauer der Patienten dabei überprüft. Eine signifikante Erhöhung der Liegedauer auf allen Stationen ($p < 0,001$) sowie erneute stationäre Einweisungen konnten dabei festgestellt werden. Ob und wie weit jeder einzelne Patient allerdings die obere Verweildauer überschritt, konnte in dieser Studie nicht gezeigt werden. Auf diesem Gebiet besteht noch weiterer Forschungsbedarf.

Die 118 Patienten mit nosokomialer Wundinfektion machen einen Anteil von 4,5% am Gesamtkollektiv aus – verursachen aber 12,07% der Gesamtaufenthaltsdauer des Kollektivs. Im Vergleich zu anderen Studien lag die durchschnittliche Aufenthaltslänge mit 42,2 Tagen ($SD\ 22,8$) höher. Die wenigsten Studien haben dabei allerdings die erneuten stationären Aufnahmen auf Grund einer Infektion mit einberechnet.

Die verlängerte Verweildauer führt nicht nur zu Kostensteigerung und Ressourcenverbrauch, sondern ist auch für die Bettblockierung und der damit verbundenen Behinderung im weiteren Ablauf verantwortlich (Doering et al. 2000). Eine konsequente Reduktion der Infektionsrate zur Vermeidung solcher komplikationsreichen Verläufe ist demnach von zentraler Bedeutung. Hierbei ist nicht nur die Analyse von Risikofaktoren für das Entstehen von postoperativen Wundinfektionen, wie sie bereits in zahlreichen Studien untersucht wurden, ein wichtiger Ansatz.

Auch die Surveillance, also die systematische Erfassung der Infektionsrate, erhält hierbei einen hohen Stellenwert. Zum ersten muss die Infektionsrate realistisch von unabhängigen Personal (Surveillance) erfasst und wenn möglich mit einer Referenzdatenbank (beispielsweise Nationales Referenzzentrum) verglichen werden, damit eine eventuell bestehende Infektionsproblematik überhaupt erkenntlich werden kann. Das ärztliche und Pflegepersonal muss über die Inzidenz in Kenntnis gesetzt werden. Gemeinsam sollte dann nach möglichen Ursachen gesucht werden. Da nosokomiale Infektionen eine multifaktorielle Genese haben, spielen dabei nicht nur

Operationstechniken eine Rolle, sondern auch die präoperative Vorbereitung des Patienten, Risikofaktoren des Patienten, Umgebung sowie Hygienesziplin des klinischen Personals (Daschner et al. 2006).

Auch die Kenntnis über die verursachenden Erreger ist von Bedeutung. Ein häufig isolierter Erreger war *Staphylococcus epidermidis*. Die pathognomonische Bedeutung dieses Hautkeimes wird allerdings kontrovers diskutiert. Eine Besiedlung ohne Krankheitswert, gerade bei oberflächlichen Wundinfektionen, wäre möglich (Daschner et al. 2006). Um eine sichere Einteilung einer A1-Infektion mit mikrobiologisch gesicherter Diagnose *Staphylococcus epidermidis* zu gewährleisten, fehlen eindeutige Studienergebnisse.

Auffällig in dieser Studie waren die gehäuften stationären Wiederaufnahmen im Zusammenhang mit der NI (Gruppe 2 und Gruppe 3). Knapp ein Drittel der 118 Patienten mit Wundinfektion musste erneut stationär therapiert werden. Die oftmals späte Manifestation der Wundinfektion könnte ein Grund für den zunächst blanden Verlauf der Patienten sein. Von 118 Patienten mit Wundinfektion zeigten 32 zunächst einen völlig komplikationslosen Verlauf und wurden regulär entlassen. Eine erneute Einweisung auf Grund der Infektion wurde im weiteren Verlauf notwendig. Im Mittel entwickelte sich eine Wundinfektion erst nach 21 Tagen (*SD* 20,6) bzw. einem Median von 15 Tagen. So kommt es im Zusammenhang mit den deutschen Kodierrichtlinien 2006 erst nach dem Erreichen der mittleren Grenzverweildauer von 12,6 Tagen (F32Z) zur Manifestation der Wundinfektion. Ein Verfahren zur früheren Erkennung der Infektion wäre nicht nur aus ökonomischer Sicht erstrebenswert.

78% der Wiederaufnahmen waren innerhalb von 30 Tagen nach Entlassung. Die Regelung der Fallzusammenführung im DRG-System soll verhindern, dass durch eine Komplikation in der primären Behandlung ein zweiter Behandlungsfall entsteht, der wiederum zu Lasten der Krankenversicherung abgerechnet werden kann (Roeder und Hensen 2009). Eine Wiederaufnahme innerhalb der oberen Grenzverweildauer bzw. innerhalb von 30 Kalendertagen nach Entlassung, hat die Einstufung in dieselbe Hauptdiagnosegruppe des Primäraufenthaltes zur Folge (Keun und Prott 2006). Das Krankenhaus erhält lediglich einen Zuschlag nach der Überschreitung der oberen

Grenzverweildauer. Es ist jedoch anzunehmen, dass das Kosten-Erlös-Verhältnis dabei zu Ungunsten des Krankenhauses ausfällt (Roeder und Hensen 2009).

Risikofaktoren, die der Patient mit in die Operation einbringt und die für die Entwicklung einer Infektion prädisponierend sind, finden dabei kaum Berücksichtigung. Es besteht kein Zweifel, dass durch eine Surveillance und daraufhin eingeleitete Präventionsmaßnahmen die Infektionsrate senken. Auch in der vorliegenden Studie konnte eine Reduktion der Inzidenz innerhalb von drei Beobachtungsjahren gezeigt werden. Der Rückgang der Rate ist zwar von klinischer Relevanz, aber nicht statistisch signifikant ($p = 0,11$). Daraus resultieren eine Einsparung von vermehrter Liegedauer, reduzierte erneute stationäre Aufenthalte sowie ein Rückgang der Revisionsoperationen. Es wird aber unmöglich sein, alle Infektionen zu vermeiden – zumal, wie bereits erwähnt, auch der Patient selbst Risikofaktoren mit einbringt. Dieser Aspekt sollte im DRG-System zukünftig Berücksichtigung finden.

Auch in der Bewertung der Inzidenz durch das NRZ fehlen Kriterien, welche die Schwere der Grunderkrankungen für Patienten in der Herzchirurgie wieder spiegeln. Vergleiche der Kliniken untereinander werden dadurch erschwert, da durch die drei derzeit verwendeten Risikoklassifikationen eine Abstufung der Patienten und ihrer teilweise schweren Nebenerkrankungen nicht möglich ist. Somit besteht für die kardiochirurgischen Wundinfektionen Entwicklungsbedarf an Risikoklassifikationen, die die Schwere der Grunderkrankungen und Prädisposition der Patienten deutlicher als die ASA-Risikogruppen und Operationszeit darstellt und voneinander abstuft.

Ein weiterer Schwerpunkt der Arbeit war, neben der Infektionsrate und der Verweildauer der Patienten, die Untersuchung der Revisionsoperationen. In der Literatur werden nur wenige Arbeiten über diesen negativen Aspekt in der Herzchirurgie veröffentlicht, obgleich anzunehmen ist, dass jede kardiochirurgische Klinik damit konfrontiert wird. Es bietet sich kaum ein anderes Behandlungsregime als die Revisionsoperation bei tiefen Sternuminfektionen bzw. der Mediastinitis an. Ca. 97% der betroffenen Patienten müssen mindestens eine Revisionsoperation über sich ergehen lassen (Borger et al. 1998, Trick et al. 2000). In der vorliegenden Studie mussten über 50% der Patienten mit postoperativer Wundinfektion ($n = 118$) mindestens einmal chirurgisch revidiert werden. 113 Revisionsoperationen, die

ausschließlich aus Infektionsgründen durchgeführt wurden, mussten an 65 Patienten erfolgen. Bei 93,45% der Patienten mit tiefer Wundinfektion kam es zur Revisionsoperation.

Aber auch hier spielt nicht nur die wirtschaftliche Betrachtungsweise eine Rolle. Der Patient wird auf Grund der zusätzlichen Operation einem erneuten Narkoserisiko ausgesetzt. Gerade bei den herzchirurgischen Patienten kann das auf Grund des hohen Durchschnittsalters und wegen der oftmals zahlreichen Vorerkrankungen verheerende Folgen haben. Ein erfolgreiches Präventionskonzept zur Vermeidung von nosokomialen Infektionen sollte gerade in der Kardiochirurgie oberste Priorität haben.

Auch heute noch ist die tiefe Wundinfektion bzw. Mediastinitis eine schwerwiegende Komplikation nach herzchirurgischer Operation und mit einer hohen Mortalitätsrate behaftet (Braxton et al. 2000, Hollenbeak et al. 2000, Gummert et al. 2002). Häufig wird in diesem Zusammenhang die 30 Tage In-Hospital Mortalität angegeben. In der vorliegenden Arbeit konnte allerdings gezeigt werden, dass dieses Zeitintervall für Patienten mit postoperativer Wundinfektion nicht sinnvoll erscheint. Bei 90% der verstorbenen Patienten mit Infektion trat die Todesfolge nach 30 Tagen p.o. ein. Im Vergleich zu den nicht infizierten Patienten verstarben nahezu 90% innerhalb der ersten 30 Tage postoperativ.

Abschließend muss kritisch angemerkt werden, dass ursprünglich mit dieser Arbeit die durch die Infektionen entstandenen Mehrkosten dargestellt werden sollten. Eine exakte Kostenrechnung konnte jedoch leider nicht erfolgen. Die Aufschlüsselung der Kostenrechnung in Kostenarten-, Kostenstellen- und Kostenträgerrechnung war zum Zeitpunkt der Erhebung im UKH noch nicht möglich.

Daher wurde in der Arbeit verstärkt auf die Verweildauer, erneute stationäre Aufenthalte sowie die Revisionsoperationen eingegangen. Aber auch andere Studiengruppen, die sich mit dem Thema der wirtschaftlichen Verluste von nosokomialen Infektionen befassten, scheiterten an der genauen Kostenrechnung. Somit liegt nach unserem Wissensstand derzeit keine Arbeit über die genaue Kostenanalyse (im Sinne einer betriebswirtschaftlichen Kostenrechnung) bei postoperativer Wundinfektion nach kardiochirurgischem Eingriff vor.

Es besteht somit weiterer Forschungsbedarf auf diesem Gebiet. Genaue Kostenrechnungen sind zwingend notwendig, um auf Verluste und eventuelle Unzulänglichkeiten in der Diagnosekodierung aufmerksam zu machen.

7 Zusammenfassung

Die postoperative Wundinfektion nach kardiochirurgischem Eingriff ist häufig mit einem komplikationsreichen Verlauf assoziiert. Dabei sind besonders die Patienten mit tiefen Sternuminfektionen – nach den CDC-Definitionen die A2- und A3-Infektionen – hervorzuheben. Es kommt dabei nicht nur zur erheblichen Verlängerung des stationären Aufenthaltes, sondern auch zum Teil zu mehrfach durchgeführten chirurgischen Wundrevisionen sowie erneuten stationären Einweisungen.

Mit der endgültigen Einführung der DRG im Jahre 2003 gewinnt der ökonomische Aspekt an deutschen Krankenhäusern zunehmend an Bedeutung. Komplikationsreiche Verläufe mit Behandlungsverlängerung sollten vermieden werden, um nicht zu Ungunsten des Kosten-Erlös-Verhältnis zu agieren, damit das jeweilige Krankenhaus langfristig Kosten- und Ertragsmäßig überleben kann.

In der vorliegenden Arbeit wurden innerhalb von drei Jahren (sowie einem Jahr Nachbeobachtungszeit) alle postoperativen Wundinfektionen nach aortokoronarer Bypassoperation erfasst und die damit verbundenen Revisionsoperationen, verlängerte Liegedauer und erneute stationäre Aufenthalte dokumentiert und ausgewertet. Eingeschlossen wurden alle Patienten nach ACB (n = 2.621) mit und ohne zusätzlichem Kombinationseingriff. Von diesem Patientenkollektiv wiesen 118 Patienten eine Wundinfektion auf, was einer Inzidenz von 4,5% entspricht. Die Wundinfektionen wurden streng nach den CDC-Definitionen des RKI eingestuft, wobei eine A1-Infektion einer oberflächlichen Infektion, eine A2-Infektion einer tiefen Infektion von Muskeln und Faszien und eine A3-Infektion eine tiefe Infektion von Räumen und Organen entspricht. Die Infektionen konnten im Bereich des Thoraxes sowie im Bereich der Saphenektomie entstehen.

Die Infektionsraten wurden mit den Daten des NRZ verglichen. Es stellte sich eine signifikante Erhöhung in der Risikokategorie der A1-Infektionen sowohl im Sternumbereich als auch im Extremitätenbereich heraus. Die tiefen A2- und A3-Infektionen bzw. im Bereich der Extremitäten nur A2-Infektionen waren im Vergleich nicht signifikant erhöht. Auch waren die Thoraxinfektionen in der Risikokategorie 2, 3 und 0, 1, 2, 3 zusammen nicht signifikant erhöht.

Ob ein Krankenhaus vermehrt multimorbide Patienten mit hohem Risiko behandelt, kann durch die Risikokategorien allerdings nicht abgebildet werden. Eine weitere

Entwicklung der Datenbank mit Einbeziehung von Patientendaten, die den präoperativen Gesundheitszustand des Patienten genauer darstellen, wäre sicherlich sinnvoll.

In der Arbeit zeigte sich eine signifikante Verlängerung des stationären Aufenthaltes auf allen Stationen bei den Patienten mit nosokomialer Wundinfektion ($p < 0,001$). Auch erneute stationäre Einweisungen zur weiteren Therapie der Infektion waren überdurchschnittlich häufig vertreten. 50 Wiederaufnahmen kamen dabei auf die 118 Patienten mit Infektion. Nahezu 80% der erneuten Einweisungen lagen innerhalb von 30 Tagen nach Entlassung, was im DRG-System zu einer Fallzusammenführung führt mit möglichen Verlusten auf Seiten des Krankenhauses.

Revisionsoperationen, die gerade bei den tiefen Wundinfektionen als Therapie der Wahl gelten, mussten häufig und zum Teil mehrmals an einem Patienten durchgeführt werden. So wurden von 118 Patienten mit postoperativer Wundinfektion 65 aus Infektionsgründen chirurgisch revidiert. Da häufig die Wundbehandlung mit Vakuumtherapie durchgeführt wurde, waren eine Erstrevision mit Wiedereröffnung und ausgiebigem Debridement sowie eine Zweitrevision nach infektionsfreiem Intervall notwendig. Somit wurden an den 65 Patienten insgesamt 113 Revisionsoperationen durchgeführt. Bei über 90% lag dabei eine tiefe A2- bzw. A3-Infektion vor.

Eine exakte Berechnung der Mehrkosten durch diese Komplikationen sowie die Darstellung der Verluste auf Seiten des Krankenhauses, konnte durch diese Arbeit nicht gezeigt werden. Eine genaue Kostenverrechnung pro Patient war zum Zeitpunkt der Erhebung im untersuchten Klinikum noch nicht möglich. Daher wurde die Auswertung auf die Zeitkosten in Form von verlängertem Aufenthalt, Liegedauer bei erneuter stationärer Einweisung und Anzahl von Revisionsoperationen mit durchschnittlicher Dauer in Minuten beschränkt.

Innerhalb der drei Jahre konnte ein klinisch relevanter Rückgang der Infektionen nachgewiesen werden (von 5,99% auf 3,86%), der allerdings nicht signifikant war ($p = 0,11$). Die durchgeführte Surveillance und die Feststellung einer zu anfangs erhöhten Infektionsinzidenz sowie die darauf folgenden Präventionsmaßnahmen könnten dazu beigetragen haben. Weitere Differenzierungsmöglichkeiten wären für die Zukunft wünschenswert.

8 Literatur

1. Andersen BJ: Economic consequences of hospital infections in a 1,000-bed university hospital in Norway. *Infect Control Hosp Epidemiol* 19 (1998) 805-807.
2. Athanasiou T, Aziz O, Skapinakis P, Perunovic B, Hart J, Crossman MC, Gorgoulis V, Glenville B, Casula R: Leg wound infection after coronary artery bypass grafting: A meta-analysis comparing minimally invasive versus conventional vein harvesting. *Ann Thorac Surg* 76 (2003) 2141-2146.
3. Avato JL, Lai KK: Impact of postdischarge surveillance on surgical-site infection rates for coronary artery bypass procedures. *Infect Control Hosp Epidemiol* 23 (2002) 364-367.
4. Baskett RJF, MacDougall CE, Ross DB: Is mediastinitis a preventable complication? A 10-year review. *Ann Thorac Surg* 67 (1999) 462-465.
5. Benlolo S, Matéo J, Raskine L, Tibourtine O, Bel A, Payen D, Mebazaa A: Sternal puncture allows an early diagnosis of poststernotomy mediastinitis. *J Thorac Cardiovasc Surg* 125 (2003) 611-617.
6. Bitkover CY, Gårdlund B: Mediastinitis after cardiovascular operations: a case-control study of risk factors. *Ann Thorac Surg* 65 (1998) 36-40.
7. Bodmann KF: Therapiemanagement nosokomialer Infektionen. 1. Aufl. UNI-MED Verlag AG, Bremen, 2001, S. 14, 32.
8. Bojar RM: Perioperative care in adult cardiac surgery. 4. Aufl. Blackwell Publishing, Massachusetts, USA, 2005, pp. 536.
9. Borger MA, Rao V, Weisel RD, Ivanov J, Cohen G, Scully HE, David TE: Deep sternal wound infection: risk factors and outcomes. *Ann Thorac Surg* 65 (1998) 1050-1056.
10. Brandt C, Sohr D, Behnke M, Daschner F, Rüden H, Gastmeier P: Reduction of surgical site infection rates associated with surveillance. *Infect Control Hosp Epidemiol* 27 (2006) 1347-1351.
11. Braxton JH, Marrin CAS, McGrath PD, Ross CS, Morton JR, Norotsky M, Charlesworth DC, Lahey SJ, Clough RA, O'Conner GT: Mediastinitis and long-term survival after coronary artery bypass graft surgery. *Ann Thorac Surg* 70 (2000) 2004-2007.
12. Clade H: Kompetenzzentren sind zukunftsträchtig. *Deutsches Ärzteblatt* 101 (2004) B 2296-2297.
13. Coello R, Glenister H, Fereres J, Bartlett C, Leigh D, Sedgwick J, Cooke EM: The cost of infection in surgical patients: a case-control study. *J Hosp Infect* 25 (1993) 239-250.
14. Coello R, Charlett A, Wilson J, Ward V, Pearson A, Borriello P: Adverse impact of surgical site infections in English hospitals. *J Hosp Infect* 60 (2005) 93-103.
15. Cowper PA, DeLong E, Hannan EL, Muhlbaier LH, Lytle BL, Jones RH, Holman WL, Pokorny JJ, Stafford JA, Mark DB, Peterson ED: Is early too early? Effect of shorter stays after bypass surgery. *Ann Thorac Surg* 83 (2007) 100-107.
16. Daschner F, Dettenkofer M, Frank U, Scherrer M: *Praktische Krankenhaushygiene und Umweltschutz*. 3. Aufl. Springer Medizin Verlag, Heidelberg, 2006, S. 20-32, 62-64, 120-130.

17. Davis JM, Shires GT: Principles and management of surgical infections. J. B. Lipponcott Company Philadelphia, New York, St. Louis, London, Sydney, Tokyo, 1991, pp. 333.
18. Doering L, Esmailian F, Lacks H: Perioperative predictors of ICU and hospital costs in coronary artery bypass graft surgery. *Chest* 118 (2000) 736-743.
19. Engelmann DT, Adams DH, Byrne JG, Aranki SF, Collins JJ, Couper GS, Allred EN, Cohn LH, Rizzo RJ: Impact of body mass index and albumine on morbidity and mortality after cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 118 (1999) 866-873.
20. Exner M, Kistemann T, Unger G, Hansis M, Nassauer A: Zukünftige Präventions- und Kontrollstrategien in der Krankenhaushygiene. *Bundesgesundheitsbl – Gesundheitsforsch – Gesundheitsschutz* 42 (1999) 789-801.
21. Ferraris VA, Ferraris SP, Harmon RC, Evans BD: Risk factors for early hospital readmission after cardiac operations. *J Thorac Cardiovasc Surg* 122 (2001) 278-286.
22. Flasnöcker M, Klaus A, Daniel WG, Diener HC, Freund M, Köhler H, Matern S, Maurer HH, Michel BA, Nowak D, Risler T, Schaffner A, Scherbaum WA, Sybrecht GW, Wolfram G, Zeitz M: *Thiemes Innere Medizin*. Georg Thieme Verlag Stuttgart New York 1999.
23. Flintrop J: Die ökonomische Logik wird zum Maß der Dinge. *Deutsches Ärzteblatt* 46 (2006) A 3082-A 3085.
24. Fowler VG, O'Brian SM, Muhlbaier LH, Corey GR, Ferguson B, Peterson ED: Clinical predictors of major infections after cardiac surgery. *Circulation* 112 (2005) 358-365.
25. Francel TJ, Kouchoukos NT: A rational approach to wound difficulties after sternotomy: the problem. *Ann Thorac Surg* 72 (2001) 1411-1418.
26. Frank W: *Volkswirtschaftslehre – Lehre der Wirklichkeit*. 63. Aufl. Winklers Verlag Gebrüder Grimm, Darmstadt, 1995, S. 57.
27. Gastmeier P, Bräuer H, Forster D, Dietz E, Daschner F, Rüden H: A quality management project in 8 selected hospitals to reduce nosocomial infections: a prospective, controlled study. *Infect Control Hosp Epidemiol* 23 (2002) 91-97.
28. Gastmeier P: Nosocomial infection surveillance and control policies. *Curr Opin Infect Dis* 17 (2004) 295-301.
29. Gaynes RP: Surgical-site-infections and the NNIS SSI risk index: Room for improvement. *Infect Control Hosp Epidemiol* 21 (2000) 184-185.
30. Geffers C, Gastmeier P, Rüden H: Nosokomiale Infektionen. *Gesundheitsberichterstattung des Bundes Heft 8* (2002) 1-18.
31. Geubbels E, Mintjes-de Groot J, van den Berg JMJ, de Boer AS: An operating surveillance system of surgical-site infections in the Netherlands: results of the PREZIES national surveillance network. *Infect Control Hosp Epidemiol* 21 (2000) 311-318.
32. Girou E, Brun-Buisson C: Morbidity, mortality, and cost of nosocomial infections in critical care. *Curr Opin Crit Care* 2 (1996) 347-351.
33. Graves N: Economics and prevention hospital-acquired infection. *Emerg Infect Disease* 10 (2004) 561-566.

34. Gummert JF, Barten MJ, Hans C, Kluge M, Doll N, Walther T, Hentschel B, Schmitt DV, Mohr FW, Diegeler A: Mediastinis and cardiac surgery – an update risk factor analysis in 10.373 consecutive adult patients. *Thorac Cardiovasc Surg* 50 (2002) 87-91.
35. Haley RW, Quade D, Freeman HE, Bennett JV: The SENIC Project. *Am J Epidemiol* 111 (1980) 472-485.
36. Haley RW, Culver DH, Emori TG, Hooton TM, White JW: Progress report on the evaluation of the efficacy of infection surveillance and control programs. *Am J Med* 70 (1981) 971-975.
37. Haley RW, Morgan WM, Culver DH, White JW, Emori TG, Mosser J, Hughes JM: Update from the SENIC Project. *Am J Infect Control* 13 (1985a) 97-108.
38. Haley RW, Culver DH, White JW, Morgan WM, Emori TG: The nationwide nosocomial infection rate. A new need for vital statistics. *Am J Epidemiol* 121 (1985b) 159-167.
39. Hannan EL, Racz MJ, Walford G, Ryan TJ, Isom OW, Bennett E, Jones RH: Predictors of readmission for complications of coronary artery bypass graft surgery. *JAMA* 290 (2003) 773-780.
40. Harbarth S, Samore MH, Lichtenberg D, Carmeli Y: Prolonged antibiotic prophylaxis after cardiovascular surgery and its effect on surgical site infections and antimicrobial resistance. *Circulation* 101 (2000) 2916-2921.
41. von Hardenberg N: Wenn das Krankenhaus krank macht. *Süddeutsche Zeitung* 21.09.2007.
42. Harrington G, Russo P, Spelman D, Borrell S, Watson K, Barr W, Martin R, Edmonds D, Cocks J, Greenbough J, Lowe J, Randle L, Castell J, Browne E, Bellis K, Aberline M: Surgical-site infection rates and risk factor analysis in coronary artery bypass graft. *Infect Control Hosp Epidemiol* 25 (2004) 472-476.
43. Herwaldt LA, Cullen JJ, Scholz D, French P, Zimmerman MB, Pfaller MA, Wenzel RP, Perl TM: A prospective study of outcomes, healthcare resource utilization, and costs associated with postoperative nosocomial infections. *Infect Control Hosp Epidemiol* 27 (2006) 1291-1298.
44. Hollenbeak CS, Murphy DM, Koenig S, Woodward RS, Dunagan WC, Fraser VJ: The clinical and economic impact of deep chest surgical site infections following coronary artery bypass graft surgery. *Chest* 118 (2000) 397-402.
45. Horch RE, Walgenbach KJ, Voigt M, Bannasch H, Stark GB: Der Einsatz der Vakuumversiegelung. *ZfW V.A.C. Therapie* 13 (2000) 17-19.
46. Jakob HG, Borneff-Lipp M, Bach A, von Pückler S, Windeler J, Sonntag HG, Hagl S: The endogenous pathway is a major route for deep sternal wound infection. *Eur J Cardio-thoracic Surg* 17 (2000) 154-160.
47. Jarvis WR: Selected aspects of the socioeconomic impact of nosocomial infections: morbidity, mortality, costs, and prevention. *Infect Control Hosp Epidemiol* 17 (1996) 552-557.
48. Jenney AWJ, Harrington GA, Russo PL, Spelman DW: Cost of surgical site infections following coronary artery bypass surgery. *ANZ J. Surg.* 71 (2001) 662-664.
49. Kampf G, Kramer A: Epidemiologic background of hand hygiene and evaluation of the most important agents for scrubs and rubs. *Clin Microbiol* 17 (2004) 863-893.

50. Kent P, McDonald M, Harris O, Mason T, Spelman D: Post-discharge surgical wound infection surveillance in a provincial hospital: follow-up rates, validity of data and review of the literature. *ANZ J Surg*. 71 (2001) 583-589.
51. Keun F, Prott R: Einführung in die Krankenhaus-Kostenrechnung. 6. Aufl. Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler I GWV Fachverlag GmbH, Wiesbaden, 2006, S. 11, 105, 150.
52. Kirkland KB, Briggs JP, Trivette SL, Wilkinson WE, Sexton DJ: The impact of surgical-site infections in the 1990s: attributable mortality, excess length of hospitalization, and extra costs. *Infect Control Hosp Epidemiol* 20 (1999) 725-730.
53. Kirkling JW, Barratt-Boyes BC: Cardiac surgery. 2. Aufl. Churchill Livingstone New York, Edinburgh, London, Melbourne, Tokyo, pp. 224-225.
54. Klee-Bender U, Reuter I, Siegmund B: Die Chronik der Medizin. 1. Aufl. Bechtermünz Verlag GmbH, Augsburg, 1997, S. 278.
55. Kohli M, Yuan L, Escobar M, David T, Gillis G, Garcia M, Conly J: A risk index for sternal surgical wound infection after cardiovascular surgery. *Infect Control Hosp Epidemiol* 24 (2003) 17-25.
56. Kollef MH, Sharpless L, Vlasnik J, Pasque C, Murphy D, Fraser VJ: The impact of nosocomial infections on patient outcomes following cardiac surgery. *Chest* 112 (1997) 666-675.
57. Larsen R: Anästhesie. 8. Aufl. Urban und Fischer, München, Jena, 2002, S. 308, 843-844.
58. Larsen R: Anästhesie und Intensivmedizin in Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie. 6. Aufl. Springer, Heidelberg, 2005, S. 109.
59. Lauer MS, Blackstone EH, Young JB, Topol EJ: Cause of death in clinical research: time for a reassessment? *J Am Coll Cardiol*. 34 (1999) 618-620.
60. L'Ecuyer PB, Murphy D, Little JR, Fraser VJ: The epidemiology of chest and leg wound infections following cardiothoracic surgery. *Clin Infect Dis* 22 (1996) 424-429.
61. Leong G, Wilson J, Charlett A: Duration of operation as a risk factor for surgical site infection: comparison of English and US data. *J Hosp Infect* 63 (2006) 255-262.
62. Lepelletier D, Perron S, Bizourarn P, Caillon J, Drugeon H, Michaud J-L, Duveau D: Surgical-site infection after cardiac surgery: incidence, microbiology, and risk factors. *Infect Control Hosp Epidemiol* 26 (2005) 466-472.
63. López Gude MJ, San Juan R, Aguado JM, Maroto L, López-Medrano F, Cortina Romero JM, Rofilanchas JJ: Case-control study of risk factors for mediastinitis after cardiovascular surgery. *Infect Control Hosp Epidemiol* 27 (2006) 1397-1400.
64. Loubani M, Mediratta N, Hickey MS, Galiñanes M: Early discharge following coronary surgery: is it safe? *Eur J Cardiothorac Surg* 18 (2000) 22-26.
65. Lucet JC: Surgical site infection after cardiac surgery: A simplified surveillance method. *Infect Control Hosp Epidemiol* 27 (2006) 1393-1396.
66. Luckraz H, Murphy F, Bryant S, Charman SC, Ritchie AJ: Vacuum-assisted closure as a treatment modality for infections after cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 125 (2003) 301-305.

67. McConkey SM, L'Ecuyer PB, Murphy DM, Leet TL, Sundt TM, Fraser VJ: Results of a comprehensive infection control program for reducing surgical-site infections in coronary artery bypass surgery. *Infect Control Hosp Epidemiol* 20 (1999) 533-538.
68. Maiwald G, Horster S, Baumeister RGH: Infektkonditionierung der chronischen Sternumosteomyelitis durch Vakuumversiegelung nach kardiochirurgischem Primäreingriff. *ZfW V.A.C Therapie* 13 (2000) 34-37.
69. Malone DL, Genuit T, Tracy JK, Gannon C, Napolitano LM: Surgical site infections: reanalysis of risk factors. *J Surg Res* 103 (2002) 89-95.
70. Mangram AJ, Horan TC, Pearson ML, Silver LC, Jarvis WR: Guideline for prevention of surgical site infection, 1999. *Infect Control Hosp Epidemiol* 20 (1999) 247-280.
71. Martin J, Neurohr C, Bauer M, Weiß M, Schleppers A: Kosten der intensivmedizinischen Versorgung in einem deutschen Krankenhaus. *Anaesthesist* 57 (2008) 505-512.
72. Metzger F: DRGs für Einsteiger. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart, 2004, S. 1, 13.
73. Moerer O, Burchardi H: Kosten der Sepsis. *Anaesthesist* 55 (2006) 36-42.
74. Olsen MA, Lock-Buckley P, Hopkins D, Polish LB, Sundt TM, Fraser VJ: The risk factors for deep and superficial chest surgical-site infections after coronary artery bypass graft surgery are different. *J Thorac Cardiovasc Surg* 124 (2002) 136-145.
75. Olsen MA, Sundt TM, Lawton JS, Damiano RJ, Hopkins-Broyles D, Lock-Buckley P, Fraser VJ: Risk factors for leg harvest surgical site infections after coronary artery bypass graft surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 126 (2003) 992-999.
76. Osswald BR, Tochtermann U, Schweiger P, Göhring D, Thomas G, Vahl CF, Hagl S: Minimal early mortality in CABG – simply a question of surgical quality? *Thorac Cardiovasc Surg* 50 (2002) 276-280.
77. Peterson EC, Coombs LP, Ferguson TB, Shroyer AL, DeLong ER, Grover FL, Edwards FH: Hospital variability in length of stay after coronary artery bypass surgery: results from the society of thoracic surgeon's national cardiac database. *Ann Thorac Surg* 74 (2002) 464-473.
78. Rebollo MH, Bernal JM, Llorca J, Rabasa JM, Revuelta JM: Nosocomial infections in patients having cardiovascular operations: a multivariate analysis of risk factors. *J Thorac Cardiovasc Surg* 112 (1996) 908-913.
79. Robert Koch-Institut: Definition nosokomialer Infektionen (CDC-Definitionen). 6. Aufl. 2008, S. 8-10.
80. Roeder N, Hensen P: Gesundheitsökonomie, Gesundheitssystem und öffentliche Gesundheitspflege. Deutscher Ärzte-Verlag Köln, 2009, S. 6-12, 29, 30.
81. Roy MC, Herwaldt LA, Embrey R, Kuhns K, Wenzel RP, Perl TM: Does the centers for disease control's NNIS system risk index stratify patients undergoing cardiothoracic operations by their risk of surgical-site infection? *Infect Control Hosp Epidemiol* 21 (2000) 186-190.
82. Rüden H, Daschner F, Schumacher M: Nosokomiale Infektionen in Deutschland: Erfassung und Prävention; (NIDEP-Studie); Teil I: Prävalenz nosokomialer Infektionen; Qualitätssicherung in

- der Krankenhaushygiene. Hrsg.: Das Bundesministerium für Gesundheit – Baden-Baden, Nomos Verlagsgesellschaft, 1995, S. 59, 125.
83. Rüden H, Gastmeier P: Rollen und Aufgaben der Hygienefachkräfte und des Krankenhaushygienikers unter besonderer Berücksichtigung von Kosten-Nutzen-Aspekten. Bundesgesundheitsbl – Gesundheitsforsch – Gesundheitsschutz 47 (2004) 323-328.
 84. Russo PL, Spelman DW: A new surgical-site infection risk index using risk factors identified by multivariate analysis for patients undergoing coronary artery bypass graft surgery. Infect Control Hosp Epidemiol 23 (2002) 372-376.
 85. Sax H, Pittet D: Interhospital differences in nosocomial infection rates. Arch Intern Med. 162 (2002) 2437-2442.
 86. Scheckler WE, Brimhall D, Buck AS, Farr BM, Friedman C, Garibaldi RA, Gross PA, Harris JA, Hierholzer WJ, Martone WJ, McDonald LL, Solomon SL: Requirements for infrastructure and essential activities of infection control and epidemiology in hospitals: a consensus panel report. Infect Control Hosp Epidemiol 19 (1998) 114-124.
 87. Schulze MC, Gastmeier P, Geffers C, Rüden H: Handbuch für die Surveillance von nosokomialen Infektionen. 1. Aufl. Hrsg. Das Bundesministerium für Gesundheit, Nationales Referenzzentrum für Surveillance von nosokomialen Infektionen am Institut für Hygiene, Universitätsklinikum Benjamin Franklin, Freie Universität Berlin und Zentralbereich Krankenhaushygiene und Infektionsprävention, Universitätsklinikum Charité, Humboldt-Universität Berlin. Nomos Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG, Baden-Baden, 2002, S. 123, 127.
 88. Sharma M, Berriel-Cass D, Baran J: Sternal surgical-site infection following coronary artery bypass graft: prevalence, microbiology, and complications during a 42-month period. Infect Control Hosp Epidemiol 25 (2004) 468-471.
 89. Ståhle E, Tammelin A, Bergstrom R, Hambreus A, Nystrom SO, Hansson HE: Sternal wound complications – incidence, microbiology and risk factors. Eur J Cardiothorac Surg 11 (1997) 1146-1153.
 90. Steinbrecher E, Sohr D, Hansen S, Nassauer A, Daschner F, Rüden H, Gastmeier P: Surveillance postoperativer Wundinfektionen - Referenzdaten des Krankenhaus-Infektions-Surveillance-System (KISS). Chirurg 73 (2002) 76-82.
 91. Stockinger G: Stumpfe Wunderwaffen. Der Spiegel 9 (2007) 162-164.
 92. Tegnell A, Arén C, Öhman L: Coagulase-negative Staphylococci and sternal infections after cardiac operation. Ann Thorac Surg 69 (2000) 1104-1109.
 93. Trick WE, Scheckler WE, Tokars JJ, Jones KC, Reppen ML, Smith EM, Jarvis WR: Modifiable risk factors associated with deep sternal site infection after coronary artery bypass grafting. J Thorac Cardiovasc Surg 119 (2000) 108-114.
 94. Toumpoulis IK, Anagnostopoulos CE, DeRose JJ, Swistel DG: The impact of deep sternal wound infection on long-term survival after coronary artery bypass grafting. Chest 127 (2005) 464-471.
 95. Weinstein RA: Nosocomial infection update. Emerg Infect Dis 4 (1998) 416-420.

Literatur

96. Weinstein JW, Mazon D, Pantelick E, Reagan-Cirincione P, Dembry LM, Hierholzer WJ: A decade of prevalence surveys in a tertiary-care center: trends in nosocomial infection rates, device utilization, and patient acuity. *Infect Control Hosp Epidemiol* 8 (1999) 543-546.
97. Weintraub WS, Jones EL, Craver J, Guyton R, Cohen C: Determinants of prolonged length of hospital stay after coronary bypass surgery. *Circulation* 80 (1989) 276-284.
98. Wernitz M, Keck S, Swidsinski S, Schulz S, Veit SK: Cost analysis of a hospital-wide selective screening programme for methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) carriers in the context of diagnosis related groups (DRG) payment. *Clin Microbiol Infect* 11 (2005) 466-471.
99. Wilson APR, Helder N, Themimulle SK, Scott GM: Comparison of wound scoring methods for use in audit. *J Hosp Infect* 39 (1998) 119-126.
100. Wilson APR, Gibbons C, Reeves BC, Hodgson B, Liu M, Plummer D, Krukowski ZH, Bruce J, Wilson J, Pearson A: Surgical wound infection as a performance indicator: agreement of common definitions of wound infection in 4773 patients. *BMJ* 329 (2004) 720-723.
101. Wöhe G: Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre. 18. Aufl. Franz Vahlen GmbH, München, 1993, S. 1002, 1003.
102. Young LS, Winston LG: Preoperative use of Mupirocin for the prevention of healthcare-associated *Staphylococcus aureus* infections: a cost-effectiveness analysis. *Infect Control Hosp Epidemiol* 27 (2006) 1304-1312.
103. Zacharias A, Habib RH: Factors predisposing to median sternotomy complications. Deep vs. superficial infection. *Chest* 110 (1996) 1173-1178.
104. Zuschneid I, Schwab F, Geffers C, Rüden H, Gastmeier P: Reducing central venous catheter-associated primary bloodstream infections in intensive care units is possible: data from the german nosocomial infection surveillance system. *Infect Control Hosp Epidemiol* 24 (2003) 501-505.

Internetadressen:

1. Empfehlungen zum Ausbruchmanagement einer NI unter
<http://www.rki.de>
am 13.12.2009 um 17.24 Uhr.
2. Infektionsschutzgesetz unter Bundesministerium der Justiz:
<http://bundesrecht.juris.de/ifsg/index.html>
am 23.03.2009 um 12.09 Uhr.
3. Krankenhaus-Infektions-Surveillance-System (KISS) unter:
http://www.nrz-hygiene.de/dwnld/protokoll_opkiss.pdf
am 23.03.2009 um 12.15 Uhr.

9 Thesen

1. Die nosokomiale Wundinfektion nach kardiochirurgischem Eingriff ist eine postoperative Komplikation mit weit reichenden Folgen sowohl für den Patienten und auch ökonomisch gesehen für das Krankenhaus.
2. Die Inzidenz der Wundinfektion lag in der vorliegenden Studie bei 4,5% und somit in einem mit der internationalen Literatur vergleichbaren Bereich. Im Vergleich mit dem deutschen Nationalen Referenzzentrum (NRZ) waren die Inzidenzen für die oberflächlichen A1-Infektionen im Sternumbereich und im Bereich der Saphenektomie dagegen signifikant erhöht. Die tiefen A2- und A3-Infektionen lagen im Normbereich des NRZ.
3. Die Kenntnis über die verursachenden Erreger ist von therapeutischer Bedeutung. Die am häufigsten isolierten Erreger waren, wie in vergleichbaren Arbeiten, die *Staphylococcus spp.* mit über 80%. Wie auch in der internationalen Literatur wird ein Großteil der Infektionen durch den *Staphylococcus epidermidis* (über 40%) verursacht, wobei die pathognomonische Bedeutung dieses Haukeimes noch nicht hinreichend geklärt ist. 17% der Wundinfektionen wurden durch Enterokokken verursacht. Über 10% der isolierten Keimarten waren multiresistente Stämme.
4. Die Diagnose einer Wundinfektion wird üblicherweise relativ spät gestellt. Gerade bei den tiefen Infektionen ist jedoch eine frühzeitige Diagnose für die weitere Prognose entscheidend. Das krankheitsfreie Intervall betrug im Mittel 21 Tage (*SD* 20,6), der Median betrug 15 Tage. Bei einer tiefen A2- bzw. A3-Infektion betrug der mittlere Diagnosezeitpunkt 26 Tage (*SD* 27,1), Median 17 Tage.
5. Aufgrund der späten Manifestation der nosokomialen Wundinfektion ist der Patient oftmals bereits entlassen und muss erneut auf Grund der Infektion wieder stationär betreut werden. Über 30% der Patienten (39 Patienten) mussten erneut stationär auf Grund der Infektion behandelt werden. 32 der Patienten wiesen beim Primäraufenthalt zuvor einen komplikationslosen Verlauf auf. Insgesamt kamen die 39 Patienten auf 1.115 Tage stationären Aufenthalt aus Infektionsgründen.
6. In vielen Studien wird die 30 Tage In-Hospital Mortalität angegeben. Für die Patienten mit Wundinfektion ist dies allerdings nicht repräsentativ, da bei 90% der verstorbenen Patienten erst nach 30 Tagen die Todesfolge eintrat. Im Gegensatz

dazu trat bei den Patienten ohne Infektion die Todesfolge bei nahezu 90% innerhalb 30 Tage nach Operation auf.

7. Die Wundinfektion ist für einen prolongierten Verlauf verantwortlich. Die durchschnittliche Verweildauer eines Patienten mit einer Infektion lag bei 42,2 Tagen (*SD* 22,8) und ist somit signifikant erhöht ($p < 0,001$). Ein Patient ohne Wundinfektion kam durchschnittlich auf eine Liegedauer von 14,5 Tage (*SD* 8,9).
8. Die Patienten mit Wundinfektion werden nicht nur auf der Normalstation betreut, die im Vergleich zur Intensivstation und Intermediate Care Station weniger kostenintensiv ist. Der Aufenthalt auf allen drei Stationen war durch die Patienten mit Infektion signifikant erhöht ($p < 0,001$).
9. Die prolongierte Liegedauer ist für die Verursachung von Mehrkosten verantwortlich. 118 Patienten mit Wundinfektion machen einen Anteil von 4,5% am Gesamtkollektiv aus – verursachen aber 12,07% der Gesamtaufenthaltsdauer des Kollektivs. Mit einer fiktiven Kostenrechnung verursachen die Patienten mit Wundinfektion 14% der Gesamtkosten des Kollektivs.
10. Auch die Betreuung der Patienten mit Infektionen auf der Intensivstation ist ein erheblicher Kostenfaktor. 15,8% der fiktiven Kosten der Intensivstation werden durch die Patienten mit nosokomialer Wundinfektion hervorgerufen.
11. Eine Wiederaufnahme innerhalb der oberen Grenzverweildauer bzw. innerhalb von 30 Kalendertagen nach Entlassung, hat die Einstufung in dieselbe Diagnosegruppe des Primäraufenthaltes zur Folge. 78% der erneuten Aufnahmen wurden innerhalb von 30 Tagen nach Entlassung stationär betreut.
12. Je mehr Patienten von einer tiefen Wundinfektion betroffen sind, desto mehr Revisionsoperationen müssen durchgeführt werden. 50% der Patienten mit postoperativer Wundinfektion mussten sich mindestens einmal einer chirurgischen Wundrevision unterziehen. 113 Revisionsoperationen, die ausschließlich aus Infektionsgründen durchgeführt wurden, mussten an 65 Patienten erfolgen. Bei 93,45% der Patienten mit tiefer Wundinfektion kam es zur Revisionsoperation.
13. Eine Reduktion der Infektionsrate kann zu einem Rückgang der Liegedauer und der Revisionsoperationen führen. Über den Beobachtungszeitraum von drei Jahren war ein klinisch relevanter Rückgang der Infektionsrate zu verzeichnen, der allerdings nicht statistisch signifikant war ($p = 0,11$). Die mittlere Liegedauer konnte zwar nicht reduziert werden, aber insgesamt konnten dadurch Patiententage und Revisionsoperationen eingespart werden.

Curriculum vitae

Persönliche Daten

Name	Cristofolini
Vorname	Monika Vera
Geburtsdatum	01.07.1977
Geburtsort	Hannover
Wohnort	Viktor-Scheffel-Str. 15, 06114 Halle
Mutterschaftsurlaub/ Elternzeit	05/2009 – 06/2010

Berufsbildung

Seit 03/2007	Assistenzärztin am Universitätsklinikum Halle in der Klinik für Herz- und Thoraxchirurgie
--------------	---

Studium

10/1999 – 11/2006	Studium der Medizin an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
-------------------	---

Freiwilliges Soziales Jahr und Rettungsdienst

09/1997 – 10/1999	Freiwilliges soziales Jahr sowie Ausbildung zur Rettungssanitäterin und Ausbilderin im Erste-Hilfe-Bereich, Malteser Hilfsdienst, Hannover
-------------------	--

Schulbildung

08/1990 - 06/1997	St. Ursula-Schule Hannover Abschluss Allgemeine Hochschulreife Dreimaliger Schüleraustausch in den USA
-------------------	--

Eigene Posterpräsentationen und Vorträge

- 10/2004** M. Knoll, M. Cristofolini, M. Borneff-Lipp:
„Transparenz der Kosten nosokomialer Infektionen – erste
Ergebnisse einer Studie“
12. Konferenz der Gesellschaft für Hygiene und Umweltmedizin
(GHU) gemeinsam mit der 8. Konferenz der International Society of
Environmental Medicine (ISEM), Halle (Saale)
- 04/2006** M. Knoll, M. Cristofolini, K. Krohe:
„Cost of Nosocomial Infections – Microbiological Results of a
Clinical Study“
8th International Congress of the German Society for Hospital
Hygiene (DGKH), Berlin
- 10/2006** M. Knoll, M. Cristofolini, S. Schmidt, M. Borneff-Lipp:
„Kosten nosokomialer Wundinfektionen – Folgen für die Pflege“
European Congress of Nursing 2006, München
- 10/2009** M. Cristofolini, S. Hajdich, R. Neef, R.-E. Silber, R. J. Scheubel:
„Alternativer thorakaler Zugangsweg bei Thoracic-Outlet-Syndrom“
18. Jahrestagung der deutschen Gesellschaft für Thoraxchirurgie,
Augsburg

Selbstständigkeitserklärung

Hiermit bestätige ich, Monika Vera Cristofolini, geboren am 01. Juli 1977 in Hannover, die Arbeit selbstständig und ohne unzulässige Hilfe verfasst zu haben.

Halle, den 27.05.2010

Erklärung über frühere Promotionsversuche

Hiermit erkläre ich, dass ich keine Promotionsversuche mit gleicher oder einer anderen Dissertation durchgeführt habe.

Halle, den 27.05.2010

Danksagung

Bedanken möchte ich mich an dieser Stelle ganz herzlich bei **Frau Prof. Dr. med. habil. M. Borneff-Lipp**, Direktorin des Instituts für Hygiene der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, für die freundliche Überlassung des Themas der Arbeit sowie für die umfassende Unterstützung bei meiner Dissertation. Ihre Hinweise und kritischen Anmerkungen waren für mich stets hilfreich und regten zu neuen Ideen an. Auch die Doktorandenseminare, mit den dazu gehörigen Diskussionen und Kritiken, haben mir bei der Umsetzung der Arbeit sehr geholfen.

Herrn Prof. Dr. med. habil. R-E. Silber, Direktor der Klinik für Herz- und Thoraxchirurgie des Universitätsklinikums Halle (Saale), danke ich sehr für den Rückhalt und die Unterstützung bei der Vollendung der Arbeit. Ebenso möchte ich mich ganz herzlich bei **Herrn A. Mahler**, aus der Klinik für Herz- und Thoraxchirurgie, für die Hilfe mit den Datenerfassungssystemen bedanken. Ebenso hatte er stets ein offenes Ohr für anregende Diskussionen über die DRG und Abrechnungssysteme.

Besonderer Dank gilt **Frau Ch. Fiebig**, Hygienefachpersonal aus dem Institut für Hygiene, die mich in die Definitionen der CDC geduldig anlernte. Sie hatte stets Zeit für mich und meine Anliegen und war mir somit eine große Hilfe.

Bedanken möchte ich mich auch bei **Herrn Dr. J. Schmidt**, aus der Abteilung Operatives Controlling/ Innenrevision, für die sehr hilfreichen Erklärungen von Kostendarstellung im Krankenhaus.

Herrn PD A. Wienke, aus dem Institut für Medizinische Epidemiologie, Biometrie und Informatik, danke ich für die Überprüfung und Hilfe bei der statistischen Erhebung.

Bedanken möchte ich mich auch bei den Menschen, die mir am nächsten stehen. Meine **Eltern** haben mich während der gesamten Studienzeit stets unterstützt und standen mir immer mit Rat und Tat zur Seite. Ohne diesen stetigen Rückhalt wäre vieles nicht möglich gewesen. Einen ganz besonderen Dank gilt natürlich meinem Freund **Mathias Rudzki**, der mich durch Höhen und Tiefen begleitet hat. Zu guter Letzt möchte ich mich bei unserer Tochter **Anika Kara** bedanken, die während der Fertigstellung der Arbeit immer ein Lächeln parat hatte.