

# Technische Universität München

Chirurgische Klinik und Poliklinik

Klinikum rechts der Isar

## FlauBa-Studie: Ist die mikrobielle Kontamination des Bauchnabels ein Risikofaktor für postoperative Wundinfektionen?

Maximilian Walter Maria Menacher

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Medizin der Technischen  
Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines  
Doktors der Zahnheilkunde genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr. E. J. Rummeny

Prüfer der Dissertation:

1. apl. Prof. Dr. J. H. Kleeff

2. Univ.-Prof. Dr. H. Deppe

Die Dissertation wurde am 10.12.2014 bei der Technischen Universität  
München eingereicht und durch die Fakultät für Medizin am 15.04.2015  
angenommen.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Tabellen- und Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>IV</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis.....</b>	<b>VI</b>
<b>1 Einführung.....</b>	<b>1</b>
1.1 Relevanz postoperativer Wundinfektionen.....	1
1.2 Definition postoperativer Wundinfektionen.....	1
1.3 Risikofaktoren für postoperative Wundinfektionen .....	4
1.3.1 Patientenbezogene Risikofaktoren .....	5
1.3.1.1 Alter.....	5
1.3.1.2 Fehl- bzw. Mangelernährung.....	5
1.3.1.3 Diabetes mellitus und Hyperglykämie .....	6
1.3.1.4 Rauchen.....	7
1.3.1.5 Einfluss von Begleiterkrankungen und Medikamenten.....	7
1.3.1.6 Kolonisation mit Mikroorganismen .....	8
1.3.1.7 Dauer des präoperativen Aufenthalts.....	9
1.3.2 Operationsbezogene Risikofaktoren.....	9
1.3.2.1 Prophylaktische Antibiose .....	9
1.3.2.2 Hautdesinfektion .....	10
1.3.2.2.1 Präoperative Ganzkörperreinigung .....	10
1.3.2.2.2 Präoperative Hautantiseptik des Operationsgebiets .....	12
1.3.2.2.3 Technik bei der präoperativen Hautdesinfektion.....	13
1.3.2.3 Kontaminationsgrade im Operationsgebiet .....	14
1.4 Die Haut des Menschen.....	15
1.4.1 Mikroflora der menschlichen Haut .....	15

1.4.2	Residente Keimflora .....	15
1.4.3	Transiente Keimflora.....	17
1.4.4	Infektionsquellen und Erregerspektren in der Chirurgie.....	18
1.4.4.1	Infektionsquellen und -wege.....	18
1.4.4.2	Endogene Quellen .....	18
1.4.4.3	Exogene Quellen.....	19
1.4.4.4	Wundinfektionen in der Abdominalchirurgie .....	19
1.4.5	Der Bauchnabel als Keimreservoir der Haut? .....	21
1.5	Ziele der Studie .....	22
<b>2</b>	<b>Material und Methoden.....</b>	<b>24</b>
2.1	Patientenkohorte .....	24
2.2	Ein- und Ausschlusskriterien.....	24
2.3	Studiendauer.....	26
2.4	Studiendesign .....	26
2.5	Postoperative Komplikationen.....	28
2.6	Statistik .....	28
<b>3</b>	<b>Ergebnisse .....</b>	<b>29</b>
3.1	Deskriptive Analyse.....	29
3.1.1	Demographische Faktoren .....	29
3.1.2	Präoperative Charakteristiken .....	30
3.1.3	Operationsbezogene Daten.....	34
3.1.3.1	Prä- und postoperative stationäre Aufenthaltsdauer .....	34
3.1.3.2	Antibiose während und nach der Operation .....	35
3.1.3.3	Operationsarten und histologische Diagnosen.....	36
3.1.3.4	Postoperative Komplikationen.....	38
3.2	Analyse der gewonnenen Keimspektren.....	39

3.2.1	Bauchnabel-Flora und postoperative Wundinfektion .....	40
3.2.2	Antiseptische Keimreduktion .....	42
<b>4</b>	<b>Diskussion.....</b>	<b>46</b>
4.1	Beobachtungen aus der deskriptiven Analyse .....	47
4.1.1	Histologie und postoperative Wundinfektionen .....	47
4.1.2	ASA-Score und postoperative Wundinfektion .....	48
4.1.3	Präoperative Antibiose und Wundinfektionen .....	49
4.2	Auslösende Keime eines Wundinfektes .....	49
4.3	Ursprung der Infektion.....	52
4.4	Effektivität der präoperativen Antiseptik .....	52
4.5	Effektivitätssteigerung der präoperativen Hautdesinfektion .....	53
4.5.1	Präoperatives Duschen mit Chlorhexidin .....	54
4.5.2	Einfluss des Antiseptikums bei der präoperativen Desinfektion....	55
4.5.3	Einfluss der Desinfektionstechnik .....	56
4.6	Kritische Betrachtung der Studie und Ausblick .....	57
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>59</b>
<b>6</b>	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>61</b>

# Tabellen- und Abbildungsverzeichnis

<b>Tabelle 1.1</b>	Risikofaktoren gemäß der CDC-Richtlinien .....	<b>4</b>
<b>Tabelle 1.2</b>	Zusammenhang von Blutglukosewert und Wundinfektionsrate... ..	<b>7</b>
<b>Tabelle 1.3</b>	Präoperativer physischer Zustand des Patienten: ASA-Klassifikation .....	<b>8</b>
<b>Tabelle 1.4</b>	Korrelation zwischen Zeitpunkt der Antibiose und Infektionsrate .. .....	<b>10</b>
<b>Tabelle 1.5</b>	Keime der residenten Hautflora des Menschen aus mehreren Arbeiten zusammengefasst.....	<b>17</b>
<b>Tabelle 1.6</b>	Häufigste Erreger bei postoperativen Wundinfektionen nach Eingriffsart.....	<b>20</b>
<b>Tabelle 2.1</b>	Ein- und Ausschlusskriterien zur Teilnahme an der FlauBa- Studie.....	<b>25</b>
<b>Abbildung 2.1</b>	Ablauf und Verteilung der FlauBa-Studie .....	<b>27</b>
<b>Tabelle 2.2</b>	Klassifikation der postoperativen Komplikationen nach Dindo und Clavien .....	<b>28</b>
<b>Tabelle 3.1</b>	Geschlechtsverteilung und Alter der Patienten zum Zeitpunkt der Operation .....	<b>29</b>
<b>Tabelle 3.2</b>	Präoperative Charakteristiken beider Kohorten im Vergleich ....	<b>31</b>
<b>Abbildung 3.1</b>	Verteilung der ASA-Klassifikation in beiden Kohorten .....	<b>32</b>
<b>Abbildung 3.2</b>	Anzahl früherer viszeralchirurgischer Operationen in Ab- hängigkeit vom Ausmaß des Eingriffes .....	<b>33</b>
<b>Tabelle 3.3</b>	Prä- und postoperative stationäre Aufenthaltsdauer in Tagen... ..	<b>34</b>
<b>Abbildung 3.3</b>	Antibiotische Abschirmung unmittelbar vor der Operation (N=92) .....	<b>35</b>
<b>Abbildung 3.4</b>	Postoperative Antibiose und Wundinfektion (N=40) .....	<b>36</b>
<b>Tabelle 3.4</b>	Art des Eingriffes und Auftreten von postoperativen Wundinfektionen .....	<b>37</b>
<b>Tabelle 3.5</b>	Histologische Diagnose und Auftreten von postoperativen Wundinfektionen .....	<b>38</b>

<b>Abbildung 3.5</b>	Klassifikation postoperativer Komplikationen nach Dindo und Clavien (N= 57) .....	<b>39</b>
<b>Tabelle 3.6</b>	Aus dem Bauchnabel isolierte Keime vor bzw. nach präoperativer antiseptischer Waschung und in der infizierten Wunde ausgemachte Keime .....	<b>41</b>
<b>Tabelle 3.7</b>	Residente Hautkeime aus dem Bauchnabel vor und nach antiseptischer Reinigung des OP-Gebiets .....	<b>42</b>
<b>Tabelle 3.8</b>	Transiente Hautkeime aus dem Bauchnabel vor und nach antiseptischer Reinigung des OP-Gebiets .....	<b>45</b>

# Abkürzungsverzeichnis

ASA-Score	American Society of Anaesthesiologists score
BMI	Body-Mass-Index
C.	Corynebacterium
CDC	Centers of disease control and prevention
CI	Konfidenzintervall
EV	Einverständniserklärung
FlauBa	Flora aus Bauchnabel
KISS	Krankenhaus-Infektions-Surveillance-System
KNS	Koagulase-negative Staphylokokken
NRI	Nutritional-Risk-Index
OR	Odds ratio
POT	Postoperativer Tag
S.	Staphylococcus
SD	Standardabweichung
WHO	Weltgesundheitsorganisation

## **1 Einführung**

### **1.1 Relevanz postoperativer Wundinfektionen**

Jährlich werden in Deutschland mehr als 15 Millionen Operationen im stationären Bereich durchgeführt (Statistisches Bundesamt 2011). Postoperative Wundinfektionen stellen dabei mit einem Anteil von ca. 15 % an allen nosokomialen Infektionen ein großes Problem in den meisten ärztlichen Fachrichtungen dar (Steinbrecher et al. 2002). Laut Daten des Krankenhaus-Infektions-Surveillance-Systems (KISS), welches 1997 durch das Nationale Referenzzentrum für die Überwachung von nosokomialen Infektionen aufgebaut wurde, entwickeln sich in Deutschland jährlich etwa 225.000 Wundinfektionen (Gastmeier und Geffers 2008). Derartige Infektionen führen zu physischen und psychischen Belastungen beim Patienten, zu erhöhten Morbiditäts- und Mortalitätsraten sowie zu einem verlängerten stationären Aufenthalt, was wiederum deutlich höhere direkte Kosten im Gesundheitswesen und indirekte Kosten aufgrund längerer Arbeitsfehlzeiten zur Folge hat. In der Viszeralchirurgie verlängert sich die durchschnittliche stationäre Verweildauer um 7,2 Tage, wenn eine postoperative Wundinfektion auftritt (Kirkland et al. 1999, Merle et al. 2000, Perencevich et al. 2007, Geffers et al. 2008, Broex et al. 2009, de Lissovoy et al. 2009). Die Behandlungskosten bei einer Wundinfektion werden auf das 2,9-fache der Standard-Behandlungskosten geschätzt (Plowman 2000).

### **1.2 Definition postoperativer Wundinfektionen**

Nosokomiale Infektionen und somit auch Wundinfektionen resultieren aus dynamischen Wechselwirkungen zwischen einem Wirt, potentiellen Erregerkeimen und der Umgebung. Sie treten dann auf, wenn Mikroorganismen die Abwehrstrategien des Wirts erfolgreich umgehen und in Folge dessen einen schädlichen Einfluss auf den Wirt ausüben. Der genaue Entstehungsmechanismus einer Infektion setzt komplexe Interaktionen voraus und konnte

bis zum heutigen Zeitpunkt noch nicht vollständig geklärt werden (Rindi et al. 2012).

Als postoperative Wundinfektion wird gemäß der *Guideline for Prevention of Surgical Site Infection* der *Centers of disease control and prevention (CDC)* eine Infektion definiert, die binnen 30 Tagen nach einem chirurgischen Eingriff auftritt und entweder die Inzisionsstelle oder tiefere Gewebsschichten im Operationsgebiet betrifft (Mangram et al. 1999).

Dabei wird gemäß dem *Robert Koch Institut: Nationales Referenzzentrum für die Surveillance von nosokomialen Infektionen* nach der Tiefe des Wundinfekts in drei Kategorien unterschieden (A1-A3) (Horan et al. 2008, Robert Koch-Institut: Nationales Referenzzentrum für die Surveillance von nosokomialen Infektionen 2011).

### **A 1: Postoperative oberflächliche Wundinfektion**

Ein oberflächlicher Wundinfekt beschreibt eine Infektion an der Inzisionsstelle innerhalb von 30 Tagen nach der Operation, die nur Haut oder subkutanes Gewebe mit einbezieht und eines der folgenden Kriterien erfüllt:

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 trifft zu: Schmerz oder Berührungsempfindlichkeit, lokalisierte Schwellung, Rötung oder Überwärmung und bewusste Eröffnung der oberflächlichen Inzision durch den Chirurg. Es gilt zu beachten, dass dieses Kriterium jedoch nicht bei Vorliegen einer negativen mikrobiologischen Kultur der oberflächlichen Inzisionsstelle gilt.
4. Diagnose des behandelnden Arztes.

### **A 2: Postoperative tiefe Wundinfektion**

Ein tiefer Wundinfekt beschreibt eine Infektion, die innerhalb von 30 Tagen nach der Operation auftritt und mit dem chirurgischen Eingriff direkt in Verbindung zu stehen scheint. Dabei müssen Faszien- und

Muskelgewebe erfasst sein und mindestens eines der folgenden Kriterien zutreffen:

1. Eitrige Sekretion aus der Tiefe der Inzision, aber nicht aus dem operierten Organ bzw. Körperhöhle, da solche Infektionen dann zur Kategorie A 3 gehören.
2. Die Wunde wird spontan oder bewusst vom Chirurgen eröffnet, wenn der Patient mindestens eines der nachfolgenden Symptome aufweist. Dazu gehören Fieber mit einer Temperatur von mehr als 38°C, lokalisierter Schmerz oder Berührungsempfindlichkeit. Dieses Kriterium gilt jedoch nicht bei Vorliegen einer negativen mikrobiologischen Kultur aus der Tiefe der Inzision.
3. Kultureller Nachweis von Erregern aus einem aseptisch entnommenen Wundsekret oder Gewebe aus einem Organ bzw. der Körperhöhle im Operationsgebiet.
4. Abszesse oder sonstige Zeichen einer Infektion, die die tieferen Gewebeschichten betreffen, sind bei der klinischen Untersuchung, während einer erneuten Operation, bei der histopathologischen Untersuchung oder bei radiologischen Untersuchungen ersichtlich.
5. Diagnose des behandelnden Arztes.

### ***A 3: Infektion von Organen und Körperhöhlen im Operationsgebiet***

Es tritt eine Infektion innerhalb von 30 Tagen nach der Operation auf, welche mit dem Eingriff in Verbindung zu stehen scheint und Organe oder Körperhöhlen erfasst, die während der Operation eröffnet oder an denen manipuliert wurde. Des Weiteren trifft eines der folgenden Kriterien zu:

1. Eitrige Sekretion aus einer Drainage, die Zugang zu dem Organ bzw. der 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. Abszesse oder sonstige Zeichen einer Infektion des Organs bzw. der Körperhöhle im Operationsgebiet sind bei der klinischen Untersuchung,

während einer erneuten Operation, bei der histopathologischen Untersuchung oder bei radiologischen Untersuchungen ersichtlich.

4. Diagnose des behandelnden Arztes.

### 1.3 Risikofaktoren für postoperative Wundinfektionen

Verschiedene Forschungsanstrengungen haben bereits eine Vielzahl an Risikofaktoren entschlüsselt, welche das Auftreten von postoperativen Wundinfektionen begünstigen können. In diesem Zusammenhang sind die Richtlinien der CDC zu nennen. Darin werden multiple Risikofaktoren aufgeführt, die auf den Patienten selbst oder das perioperative Geschehen zurückzuführen sind (vgl. Tabelle 1.1) (Mangram et al. 1999).

**Tabelle 1.1** Risikofaktoren gemäß der CDC-Richtlinien (Mangram et al. 1999)

Patientenbezogen	Operationsbezogen
Alter	Antibiotikaphylaxe
Ernährungsstatus	Hautdesinfektion
Diabetes	Chirurgische Händedesinfektion
Rauchen	Präoperative Haarentfernung
Fettleibigkeit	Ventilation im Operationssaal
Infektion an anderer Körperstelle	Inadäquate Instrumentensterilisation
Kolonisation mit Mikroorganismen	Fremdkörper im OP-Gebiet belassen
Veränderte Immunantwort	Drainagen
Dauer des präoperativen Aufenthalts	Operationstechnik
	- Unzureichende Hämostase
	- Fehlerhafter Wundverschluss
	- Gewebstrauma

### 1.3.1 Patientenbezogene Risikofaktoren

#### 1.3.1.1 Alter

Kaye et al. haben in einer retrospektiven Kohortenstudie einen signifikanten Zusammenhang zwischen Alter und Wundinfektionsrisiko feststellen können. So zeigte sich, dass sich das Risiko in der Altersgruppe von 17 bis 65 Jahren um 1,1 % pro Lebensjahr erhöht. Bei Patienten, die älter als 65 Jahre waren, stieg das Risiko um 1,2 % pro Lebensjahr (Kaye et al. 2005). Imai et al. beschreiben ebenso eine erhöhte Wahrscheinlichkeit für postoperative Wundinfektionen ab 70 Jahren (Imai et al. 2008).

#### 1.3.1.2 Fehl- bzw. Mangelernährung

Neben dem Alter gilt auch Fehlernährung als Risikofaktor. Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) gab für das Jahr 2008 an, dass etwa 900 Millionen Erwachsene übergewichtig und 500 Millionen fettleibig waren. Eine Person mit einem Body-Mass-Index (BMI) von 25 bis 29 kg/m<sup>2</sup> wird dabei als übergewichtig und ein Mensch mit einem BMI von größer-gleich 30 kg/m<sup>2</sup> wird als adipös bezeichnet (World Health Organization 2013). In einer prospektiven Kohortenstudie mit Krebspatienten stellten Mullen et al. einen positiven Zusammenhang zwischen dem BMI und der Wundinfektionsrate fest (Mullen et al. 2008). Forschungsergebnissen zufolge wurzelt diese Tatsache in der verringerten Sauerstoffversorgung und der gestörten Mikrodurchblutung, die adipöse Patienten im Gegensatz zu Normalgewichtigen im subkutanen Wundgebiet aufweisen (Hopf et al. 1997, Nychytailo et al. 2012).

Auf der anderen Seite spielt eine ausgewogene Ernährung besonders in der postoperativen Heilungsphase eine große Rolle. Die Pflegeforschungsgruppe des Uniklinikums Basel hat festgestellt, dass der Nährstoffbedarf nach chirurgischen Eingriffen oder bei chronischen Erkrankungen höher ist als bei Gesunden. Deshalb sollten besonders dann dem Körper ausreichend Proteine, Vitamine und Spurenelemente zugeführt werden (Ressort Pflege/MTT 2011) Mithilfe des sogenannten „Nutritional risk index“ (NRI), der sich aus dem Serumalbumin und dem Körpergewicht des Patienten zusammensetzt, konnten

Shinkawa et al. einen signifikanten Zusammenhang zwischen reduziertem NRI (< 97,5) und erhöhtem Wundinfektionsrisiko aufzeigen. Der NRI ist umso geringer, je niedriger das Serumalbumin bzw. je niedriger das Körpergewicht des Patienten ist (Shinkawa et al. 2013). Zudem konnten auch Hennessey und Kollegen feststellen, dass eine präoperative Hypoalbuminämie (Serumalbumin < 30 mg/dL) das Infektionsrisiko nach gastrointestinalen Eingriffen erhöht (Hennessey et al. 2010).

### 1.3.1.3 Diabetes mellitus und Hyperglykämie

Mehrere Forschungsarbeiten beschäftigten sich mit der Frage, ob der peri- bzw. postoperative Blutzuckerwert Einfluss auf das Auftreten von Wundinfektionen hat. Es konnte gezeigt werden, dass eine Hyperglykämie von > 150 mg/dL in der Allgemein- und Viszeralchirurgie selbst bei Nicht-Diabetikern zu einem erhöhten Wundinfektionsrisiko führt. Wie sowohl Ambiru et al. als auch McConnell et al. aufzeigen konnten, steigt das Infektionsrisiko bei schlecht eingestelltem Blutglukosewert signifikant an (vgl. Tabelle 1.2) (Ambiru et al. 2008, McConnell et al. 2009). Angesichts des erhöhten Risikos wird als präoperative Präventionsmaßnahme eine Senkung des Hämoglobinwerts A1c auf unter 7 % empfohlen (Dronge et al. 2006).

**Tabelle 1.2** Zusammenhang von Blutglukosewert und Wundinfektionsrate (Ambiru et al. 2008)

Blutzuckerwert in mg/dL	Wundinfektionsrate in %	OR (95% CI)
< 200 (N=151)	17	1,0
200-249 (N=41)	41	3,1 (1,6-7,2)
250-299 (N=45)	58	4,2 (2,0-8,6)
>300 (N=28)	68	10,1(4,1-24,9)

#### 1.3.1.4 Rauchen

Postoperative Wundheilungsstörungen treten signifikant häufiger bei Rauchern als bei Nichtrauchern auf (Dahl et al. 2014). Selbiges gilt im Vergleich zwischen ehemaligen Rauchern und Patienten, die noch nie in ihrem Leben geraucht haben (Sorensen 2012). Das Infektionsrisiko kann durch eine präoperative Tabakabstinenz von mindestens vier Wochen signifikant reduziert werden (Lindstrom et al. 2008, Sorensen 2012). Allerdings führt dies nicht zur Vermeidung anderer möglicher Komplikationen wie z.B. einer verzögerten Wundheilung oder der Entstehung einer Dehiszenz oder Hernie (Sorensen 2012).

#### 1.3.1.5 Einfluss von Begleiterkrankungen und Medikamenten

Patienten mit koexistenten Infektionserkrankungen an anderen Körperstellen, die in der Regel mit einer Immunsuppression einhergehen oder Patienten, die mit Immunsuppressiva - wie etwa Steroiden - behandelt werden, haben ein erhöhtes Risiko von Haut- und Weichteilinfektionen (Kigera et al. 2012, Zhang et al. 2012, Serradori et al. 2013). Des Weiteren reduziert auch eine präoperative Radiotherapie die Abwehrlage des Patienten, indem die Leukozytenfunktion beeinträchtigt wird. Hinzu kommt eine verschlechterte Durchblutung des Gewebes, was die Wundheilungsfähigkeit negativ beeinflusst und somit die Gefahr einer Wundinfektion signifikant erhöht. Dem gegenüber führt eine (neo-)adjuvante Chemotherapie zu keiner wesentlichen Steigerung des Wundinfektionsrisikos (Angarita et al. 2011).

Kadija und Kollegen kamen in einer retrospektiven Studie zu dem Ergebnis, dass auch eine maligne Erkrankung je nach Höhe des Stadiums die Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer postoperativen Wundinfektion heraufsetzt (Kadija et al. 2012).

Um das perioperative Komplikationsrisiko eines Patienten abzuschätzen, wird hierfür der sogenannte ASA-Score (American Society of Anaesthesiologists score) erhoben. Dabei wird vor der Operation der Allgemeinzustand des Patienten vom zuständigen Anästhesisten eingestuft. Je schwerwiegender die Begleiterkrankungen sind, desto höher ist der ASA-Score und somit die Inzidenz postoperativer Komplikationen (vgl. Tabelle 1.3) (Golubovic und Golubovic 2002).

**Tabelle 1.3** Präoperativer physischer Zustand des Patienten: ASA-Klassifikation (Daabiss 2011)

---

ASA 1	Normaler, gesunder Patient
ASA 2	Patient mit leichter Allgemeinerkrankung
ASA 3	Patient mit schwerer Allgemeinerkrankung
ASA 4	Patient mit schwerer Allgemeinerkrankung, die eine ständige Lebensbedrohung darstellt
ASA 5	Moribunder Patient, der ohne Operation voraussichtlich verstirbt

---

\*ASA: American Society of Anaesthesiologists score

### 1.3.1.6 Kolonisation mit Mikroorganismen

Nicht nur eine vorliegende Infektion an einer dem Operationsgebiet entfernt gelegenen Körperstelle (Valentine et al. 1986), sondern bereits eine Kolonisation mit fakultativ pathogenen Mikroorganismen kann zum Ursprung einer postoperativen Wundinfektion werden. Ein in der Literatur häufig genannter Keim stellt der *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) dar (Wenzel und Perl 1995, Herwaldt 2003, Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention am Robert Koch-Institut 2007).

### 1.3.1.7 Dauer des präoperativen Aufenthalts

Bei einer prospektiven Studie von Lizan-Garcia et al. wird ersichtlich, dass in der Allgemeinchirurgie ein langer präoperativer stationärer Aufenthalt als ein Risikofaktor für das Entstehen eines postoperativen Wundinfekts fungiert (OR=1,1; für je drei Tage verlängertem präoperativen stationären Aufenthalt). Dies wird unter anderem dadurch erklärt, dass der Patient im Krankenhaus vermehrt mit endogenen oder exogenen Erregerstämmen konfrontiert wird, die nosokomiale Infektionen hervorrufen können (Lizan-Garcia et al. 1997). Eine Reihe weiterer Studien aus anderen Fachrichtungen weisen ähnliche Ergebnisse auf (de Boer et al. 2001, Penel et al. 2001).

### 1.3.2 Operationsbezogene Risikofaktoren

Neben patientenbezogenen Risikofaktoren werden in den CDC-Richtlinien auch solche genannt, die im unmittelbaren Zusammenhang mit dem operativen Vorgang stehen. Im Weiteren sollen nun ausgewählte Risikofaktoren aus Tabelle 1.1 aufgegriffen werden.

#### 1.3.2.1 Prophylaktische Antibiose

Bereits in den 1970er Jahren wurde der Nutzen einer kurzzeitigen Antibiose vor diversen Operationen bewiesen. Die perioperative Antibiotikaprophylaxe ist dann indiziert, wenn mit dem Risiko einer während der Operation eintretenden Kontamination mit postoperativer Infektion durch systemischen Keimeintrag zu rechnen ist. Die Auswahl des Antibiotikums richtet sich nach Art und Dauer des chirurgischen Eingriffs, der zu erwartenden Pathogene, möglichen Resistenzbildungen, der klinischen Erfahrung und nicht zuletzt nach der Pharmakokinetik und -dynamik. Speziell sind die Halbwertszeit und Gewebekonzentration der jeweiligen Präparate zu beachten (Hachenberg et al. 2010). Classen et al. konnten in einer prospektiven Studie mit 2847 Patienten zeigen, welche Auswirkung der Zeitpunkt der Antibiotikagabe auf das Vermeiden einer postoperativen Wundinfektion hat. Eine Antibiose nach Wundverschluss hat keine nachweisbare Wirkung mehr und ist als Prophylaxe

ungeeignet, wohingegen innerhalb der ersten zwei Stunden vor der Inzision der beste Zeitpunkt gegeben ist, um eine postoperative Infektion zu vermeiden (Classen et al. 1992). Dadurch wird eine maximale Gewebekonzentration des Antibiotikums zum Zeitpunkt des Schnitts gewährleistet. Eine zusätzliche intraoperative Antibiotikagabe kann bei langwierigen Eingriffen zur Aufrechterhaltung der Konzentration sinnvoll sein. Um Allergien oder Resistenzen zu vermeiden, gilt stets der Grundsatz, die Antibiotikaphylaxe so kurz wie möglich zu halten (Hachenberg et al. 2010).

**Tabelle 1.4** Korrelation zwischen Zeitpunkt der Antibiose und Infektionsrate (Classen et al. 1992)

Zeitpunkt der Antibiose	Wundinfektionsrate in %	OR (95% CI)
2-24 h vor Inzision (N=369)	3,8%	4,3 (1,8-10,4)
< 2 h vor Inzision (N=1708)	0,6%	
< 3 h nach Inzision (N=282)	1,4%	2,1 (0,6-7,4)
3-24 h nach Inzision (N=488)	3,3%	5,8 (2,4-13,8)
Alle Patienten (N=2847)	1,5%	

### 1.3.2.2 Hautdesinfektion

#### 1.3.2.2.1 Präoperative Ganzkörperreinigung

Das Reinigen des Operationsgebiets durch Desinfektion ist bei jedem chirurgischen Eingriff obligat. Einige Autoren empfehlen zusätzlich zur antiseptischen Hautdesinfektion im Operationssaal eine vorherige Reinigung durch eine Ganzkörperwaschung mittels Duschen oder Baden. Hayek et al. sind Befürworter des präoperativen Duschens. In einer Studie unterteilten sie Patienten mit bevorstehendem chirurgischem Eingriff in drei verschiedene Kategorien. Die jeweiligen Gruppen wurden aufgefordert, sich einmal am Vorabend und einmal am Morgen der Operation vollständig zu duschen. Zuvor wurde eine feste Vorgehensweise während des Waschvorgangs erläutert. Jeder Gruppe wurde eine andere Waschlotion zur Verfügung gestellt. Die erste erhielt ein Chlorhexidinpräparat (4%-Chlorhexidin-Gluconat), die zweite eine

nichtmedikamentöse Seife und die dritte Gruppe ein Placebo. Die Inzidenz einer postoperativen Wundinfektion war signifikant niedriger in der Chlorhexidin-Gruppe mit einer Wundinfektionsrate von 9,0 % vs. 12,8 % in der Seifen-Gruppe und 11,0 % in der Placebo-Gruppe. Somit sahen die Autoren einen Anlass gegeben, diese Prozedur fest in die präoperative Vorbereitung eines Patienten zu integrieren (Hayek et al. 1987). Auch in jüngeren Forschungsarbeiten aus dem Jahre 2011 fand dieser Ansatz Zustimmung. Tanner et al. verglichen die Reduktion der Keimzahl auf der Haut unmittelbar nach dem Duschen und nach weiteren sechs Stunden. Wiederum sind drei Gruppen miteinander verglichen worden. Dabei wurde jedoch 1%-Octenidin-Dihydrochlorid statt einem Placebo verwendet. Jeder Gruppe wurde ein zur Waschlotion abgestimmtes Anwendungsprozedere beigebracht. Die Autoren stellten fest, dass das Chlorhexidinpräparat eine deutliche höhere Keimreduktion auf der Haut erzielte als Octenidin und herkömmliche Seife. Allerdings wurde anders als bei Hayek et al. nicht untersucht, inwiefern sich diese Keimreduktion auf die Wundinfektionsrate nach chirurgischen Eingriffen auswirkt. Dennoch sind sich Tanner et al. einig, dass die präoperative Reinigung des Körpers eine kostengünstige Möglichkeit bietet, das Keimspektrum der Haut für einige Stunden zusätzlich zu reduzieren (Tanner et al. 2012). Jedoch gibt es auch Autoren, die nicht der Meinung von Hayek et al. und Tanner et al. entsprechen und den Nutzenfaktor des präoperativen Duschens bzw. Badens mit Chlorhexidin in Frage stellen (Webster und Osborne 2012, Chlebicki et al. 2013).

So untersuchten Chlebicki et al. in einer umfangreichen Metaanalyse, ob Patienten mit präoperativer Ganzkörperreinigung mit Chlorhexidin seltener postoperative Wundinfektionen erleiden mussten als Patienten unterschiedlicher Vergleichsgruppen. Die Patienten der Referenzgruppen wurden entweder mit nicht-antiseptischen Detergenzien oder gar nicht geduscht bzw. gebadet. Das Ergebnis dieser Untersuchung ergab keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Kohorten (6,8 % vs. 7,2 % in den Vergleichsgruppen) (Chlebicki et al. 2013).

Auch Webster und Osborne untersuchten in einer Metaanalyse den Nutzen des präoperativen Badens bzw. Duschens des Patienten. Dabei wurden sechs Versuchsreihen mit insgesamt 10.007 Probanden analysiert. Die Häufigkeit und der Zeitpunkt der Ganzkörperreinigung variierten dabei je nach Studie. So wurde den Patienten in den verschiedenen Untersuchungen aufgetragen, sich zwischen ein- und dreimal vor der Operation zu waschen. Zum Teil wurde eine Reinigung nur unmittelbar vor dem Eingriff gefordert. Andere Studienanordnungen hingegen verlangten von ihren Patienten am Tag der Aufnahme in die Klinik, am Vorabend und nochmals unmittelbar vor dem Eingriff zu duschen bzw. zu baden. Als Waschlotion kamen Chlorhexidin-, Placebo- oder nicht-antibakteriell wirksame Präparate zur Anwendung. Als Ergebnis ihrer Metaanalyse konnten Webster und Osborne ebenfalls keinen eindeutigen Nutzen der präoperativen Ganzkörperreinigung mit Chlorhexidin gegenüber anderer Präparate ausmachen. Die Häufigkeit und der Zeitpunkt der Reinigung wiesen dabei auch keine signifikante Senkung der Wundinfektionsrate auf (Webster und Osborne 2012).

### **1.3.2.2 Präoperative Hautantiseptik des Operationsgebiets**

Hinsichtlich der Hautflora konnten Darouiche et al. zeigen, dass das präoperative Desinfizieren der wundumgebenden Haut mit Chlorhexidin-Alkohol der Desinfektion mit Polyvidon-Iod bezüglich der postoperativen Wundinfektionsrate überlegen ist. In ihrer Studie entwickelten 9,5% aller Patienten in der Chlorhexidin-Alkohol-Gruppe vs. 16,1% aller Probanden in der Polyvidon-Iod-Gruppe einen postoperativen Wundinfekt ( $p=0,004$ ). Oberflächliche Wundinfektionen waren mit 4,2% vs. 8,6% in der Chlorhexidin-Alkohol-Gruppe signifikant niedriger ( $p=0,008$ ). Auch bei den tiefen Wundinfekten wurde mit 1% vs. 3% ein signifikanter Unterschied zugunsten der Chlorhexidin-Alkohol-Gruppe ersichtlich ( $p=0,05$ ) (Darouiche et al. 2010). Zu ähnlichen Ergebnissen kamen auch die Forschungsgruppen um Lee und Noorani, die Chlorhexidin als das effektivere Agens gegenüber Iod demonstrierten (Lee et al. 2010, Noorani et al. 2010).

Auf der anderen Seite steht die These von Tschudin-Sutter et al., die in ihrer prospektiven Studie zu dem Ergebnis kamen, dass das Keimspektrum nach einer antiseptischen Reinigung mit Polyvidon-Iod nicht mit einem Wundinfekt in Verbindung gebracht werden kann. Viele europäische Kliniken verwenden Polyvidon-Präparate als Standardantiseptikum zur präoperativen Hautdesinfektion. In der genannten Studie wurden nach der Desinfektion des Operationsgebiets 1014 Abstriche von der Haut entnommen und analysiert. Dabei konnte bei 36 Proben (3,6 %) eine fortbestehende Kolonisation der Haut mit Erregern festgestellt werden, die jedoch nicht mit den Wundkeimen im weiteren Verlauf der Untersuchung korrelierten (Tschudin-Sutter et al. 2012).

### **1.3.2.2.3 Technik bei der präoperativen Hautdesinfektion**

Es liegen derzeit keine exakten Bestimmungen vor, wie das Antiseptikum aufgetragen werden sollte (Koch-Institut 2007). Entscheidend ist, dass das Desinfektionsmittel das Operationsgebiet vollständig und intensiv benetzt (Gundermann 1990, Shirahatti et al. 1993, Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention am Robert Koch-Institut 2000). Die Einwirkzeit sollte die vorgeschriebene Zeitspanne des Herstellers gegebenenfalls etwas überdauern, was vor allem in talgdrüsenreichen Hautarealen zu berücksichtigen ist (Gundermann 1990, Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention am Robert Koch-Institut 2000). Allerdings muss darauf geachtet werden, dass sich keine Flüssigkeitsansammlungen in Hautfalten oder unter dem Patienten bilden, da dies zu Hautschäden führen kann (Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention am Robert Koch-Institut 2000). Eine Studie aus den USA, welche sich mit der Wundinfektionsrate nach Kaiserschnitten beschäftigte, konnte feststellen, dass das sogenannte „Scrub and Paint“-Verfahren das postoperative Infektionsrisiko senken kann (Weed et al. 2011). Mit „Scrub“ ist eine Reinigung der Haut mit Polyvidon-Iod unmittelbar vor der eigentlichen Desinfektionsmaßnahme im Operationssaal („Paint“) gemeint. Ellenhorn et al. führten eine ähnlich Studie bei Patienten durch, die sich einem bauchchirurgischen Eingriff unterziehen mussten. Dabei konnte kein

signifikanter Unterschied bezüglich der postoperativen Wundinfektionsrate zugunsten der „Scrub and Paint“-Methode ausgemacht werden. Vielmehr wurde darauf verwiesen, dass bei Verzicht des „Scrub and Paint“-Verfahrens Kosten sowie Zeit gespart werden könnten (Ellenhorn et al. 2005).

### 1.3.2.3 Kontaminationsgrade im Operationsgebiet

Neben den Risikofaktoren nach CDC-Richtlinien kann die Wahrscheinlichkeit einer postoperativen Wundinfektion auch anhand des zu erwartenden Kontaminationsgrades eingeschätzt werden. Man unterscheidet hierbei sauber, sauber-kontaminiert, kontaminiert und infiziert/schmutzig.

Operationen gelten als *sauber* wenn keine Entzündung festzustellen ist und der Respirations-/ Gastrointestinal- oder Urogenitaltrakt nicht eröffnet wird. Darüber hinaus darf kein Verstoß gegen die aseptische Operationstechnik vorliegen. Typische Beispiele für saubere Eingriffe stellen die einfachen Appendektomien und Cholezystektomien sowie die Leistenhernien-Chirurgie dar.

Davon abzugrenzen sind sogenannte *sauber-kontaminierte* Operationen, bei denen der Respirations-/Gastrointestinal- oder Urogenitaltrakt zwar eröffnet wird, jedoch kein signifikanter Flüssigkeitsaustritt stattfindet. Darunter fallen beispielsweise transvaginale Operationen im Urogenitaltrakt und der Gallengänge ohne Infektion.

Von *kontaminierten* Eingriffen spricht man, wenn akute Entzündungen ohne Eiteraustritt oder sichtbare Kontaminationen der Wunde zu verzeichnen sind. Letztere beziehen sich beispielsweise auf offene, mindestens vier Stunden alte Verletzungen oder auf einen signifikanten Flüssigkeitsabgang beim Eröffnen eines Hohlorgans.

Von *schmutzigen* Eingriffen wird gemeinhin gesprochen, wenn eine vorangegangene Perforation eines Hohlorgans, offene Verletzungen (> 4 Stunden) oder eitrige Entzündungen vorliegen. Zu nennen sind hierbei beispielsweise die Peritonitis oder Abszessanierungen (Culver et al. 1991, Wacha 2007).

### 1.4 Die Haut des Menschen

Die Haut fungiert als natürliche Barriere des Organismus zur Außenwelt, indem sie den Körper vor mechanischen, physikalischen, chemischen sowie vor biologischen Einflüssen der Umwelt schützt (Fritsch 2009).

#### 1.4.1 Mikroflora der menschlichen Haut

Die Haut zeichnet sich durch eine natürliche Besiedelung ( $10^2$ - $10^6$  Keime pro  $\text{cm}^2$  Haut (Fredricks 2001, Fritsch 2009)) mit sogenannten Kommensalen aus, welche vorwiegend apathogener oder nur bedingt pathogener Art sind. Die Mikroflora setzt sich aus residenten als auch transienten Mikroorganismen zusammen, deren Vorhandensein und Wachstum in der Regel keinerlei Schäden am Organismus herbeiführen, jedoch die Haut dazu befähigen, Eindringlinge unbelebter und belebter Natur fernzuhalten. Hierunter fallen beispielsweise pathogene oder fakultativ pathogene Bakterien, Viren, Pilze und andere Fremdkörper (Price 1938, Roth und James 1988, Cypionka 2006, Fritsch 2009).

Jedoch gilt es stets zu beachten, dass die Qualität und Quantität der vorhandenen Mikroben von diversen Faktoren abhängt. So weist das Keimspektrum je nach Körperregion, Zustand der Haut, Jahreszeit, Beruf und Umgebung, Alter und Geschlecht, Gesundheitszustand sowie der individuellen Hygiene quantitative und qualitative Unterschiede auf (Meyer-Rohn 1966, Bibel und Lovell 1976, Roth und James 1988, Fredricks 2001, Hadaway 2003).

Hinsichtlich der Qualität der anzutreffenden Mikroorganismen ist es in der Regel nicht einfach, zwischen Keimen der residenten Standortflora und den transienten Anflugkeimen zu unterscheiden (Meyer-Rohn 1966).

#### 1.4.2 Residente Keimflora

Organismen, welche auf der Haut wachsen und sich dort hinsichtlich der Anzahl als auch der Zusammensetzung relativ stabil verhalten, wurden bereits 1938 von Price als residente Flora bezeichnet (Price 1938, Roth und James 1988).

Die Mikroben der Standortflora leben in kleinen Kolonien auf der Oberfläche der Hornschicht und in den äußersten Schichten der Epidermis (Roth und James 1988). Dabei sind die Keime zu großen Teilen in den Gängen der Talgdrüsen und in den Haarfollikeln zu finden (Hadaway 2003, Fritsch 2009).

Ein intaktes System aus gesunder Haut und residenter Keimflora dient als erstes Abwehrsystem gegen fremde Keime. Mikroben der Standortflora sind in der Lage, Enzyme oder sogenannte Bakteriocine zu bilden, die eine Kolonisation der Haut mit pathogenen oder fakultativ pathogenen Keimen verhindern ohne dabei das eigene Wachstum zu beeinträchtigen (Roth und James 1988).

Es muss stets berücksichtigt werden, dass die Quantität und Qualität eines Keimspektrums einer beliebigen Körperstelle nicht repräsentativ für den gesamten Körper verwendet werden kann. Dies lässt sich sowohl durch die intraindividuellen Unterschiede der Haut - beispielsweise bezüglich der Feuchtigkeit - als auch durch die heterogenen Untersuchungsmethoden, die zur Gewinnung einer Keimkultur verwendet werden, erklären (Bibel und Lovell 1976, Roth und James 1988, Hadaway 2003).

Tabelle 1.5 soll häufig auf der Haut auftretende Keimgruppen und einige derer Vertreter veranschaulichen.

**Tabelle 1.5** Keime der residenten Hautflora des Menschen aus mehreren Arbeiten zusammengefasst: (Meyer-Rohn 1966, Roth und James 1988, Hadaway 2003, Fritsch 2009)

---

Häufig vorkommende Vertreter auf der Haut	
Staphylokokken (S.)	
<i>Koagulase-negativ</i>	S. epidermidis, S. hominis, S. haemolyticus, S. capitis
<i>Koagulase-positiv</i>	S. aureus
Mikrokokken (M.)	M. luteus, M. varians
Korynebakterien (C.)	C. minutissimum
Propionibakterien (P.)	P. acnes, P. granulosum, P. avidum
Brevibacterium und Dermabacter	
Mykoflora	Malassezia furfur

---

### 1.4.3 Transiente Keimflora

Als transiente Keimflora werden Mikroorganismen bezeichnet, die nur über einen kurzen Zeitraum an der Haut anhaften können und nach wenigen Tagen oder Wochen wieder verschwinden. Das Keimspektrum ist im Gegensatz zur residenten Flora viel spärlicher und heterogener. So treten neben apathogenen auch pathogene Erreger in Erscheinung. Dazu zählen unter anderem Streptokokken oder Enterokokken. Der häufig als „Krankenhauskeim“ bezeichnete Staphylococcus aureus ist bei einigen Menschen im Nasopharynx oder an den Händen anzutreffen. Dort kann er über einen langen Zeitraum folgenlos bestehen oder aber auch Auslöser einer nosokomialen Infektion sein (Roth und James 1988, Fritsch 2009).

### **1.4.4 Infektionsquellen und Erregerspektren in der Chirurgie**

#### **1.4.4.1 Infektionsquellen und -wege**

Die meisten postoperativen Wundinfektionen treten zwischen dem dritten und achten postoperativen Tag nach primärem Wundverschluss auf (Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention am Robert Koch-Institut 2007). Keime, die für eine postoperative Wundinfektion verantwortlich sind, können entweder exogenen (Personal oder Umgebung) oder endogenen (patienteneigene mikrobielle Flora) Ursprungs sein (Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention am Robert Koch-Institut 2007, Hachenberg et al. 2010, Widmer und Battegay 2010, Scheithauer et al. 2012).

Es wird davon ausgegangen, dass in den meisten Fällen der Erreger bereits während der Operation in die Wunde gelangt (Widmer und Battegay 2010). Des Weiteren ist man der Auffassung, dass die Keime einer postoperativen Wundinfektion in 90% der Fälle endogenen Ursprungs sind, da in der Regel bereits 24 Stunden nach der Operation die Wunde soweit verschlossen ist, dass exogene Keime gar nicht mehr in das Wundgebiet eindringen können (Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention am Robert Koch-Institut 2007, Widmer und Battegay 2010).

#### **1.4.4.2 Endogene Quellen**

Die mikrobielle Flora des Patienten wird als endogene Erregerquelle bezeichnet und ist hauptverantwortlich für das Auftreten postoperativer Wundinfektionen im Operationsgebiet. Die Mikroorganismen stammen meist aus der Darm- und Hautflora des Menschen (Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention am Robert Koch-Institut 2007, Widmer und Battegay 2010, Scheithauer et al. 2012). Dies lässt sich damit erklären, dass die präoperativen Desinfektionsmaßnahmen nie vollständige Keimfreiheit im Operationsgebiet gewährleisten können, da stets Mikroorganismen in tieferen Hautschichten selbst bei sorgfältigster Antiseptik überleben (Hadaway 2003, Widmer und Battegay 2010). Diese Keime können dann beispielsweise während der Inzision in den Operationssitus gelangen. Auch über die Blut- und Lymphbahnen

können Keime von anderen Körperstellen die Wunde erreichen (Widmer und Battegay 2010).

### 1.4.4.3 Exogene Quellen

Weitaus seltener sind Keime für postoperative Wundinfektionen verantwortlich, die von außen in das Operationsgebiet gelangen. Als mögliche Quellen dienen das Krankenhauspersonal oder die Keime der Umgebung. Als Übertragungsweg kommen unter anderem defekte Handschuhe, Reden oder Niesen, die Luftqualität im Operationssaal oder inadäquat sterilisierte Instrumente in Frage (Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention am Robert Koch-Institut 2007, Widmer und Battegay 2010, Scheithauer et al. 2012).

### 1.4.4.4 Wundinfektionen in der Abdominalchirurgie

Tabelle 1.6 gibt Aufschluss über die Häufigkeit von postoperativen Wundinfektionen und zeigt auf, welche Erreger dafür verantwortlich sind (Scheithauer et al. 2012).

Dabei fällt auf, dass in der Abdominalchirurgie insgesamt die meisten postoperativen Wundinfektionen zu verzeichnen sind. Allerdings sind keine gesicherten Aussagen möglich, da die Tabelle lediglich den absoluten Anteil an allen postoperativen Wundinfektionen widerspiegelt. Wacha jedoch beschreibt in seiner Studie, dass das Risiko bei bauchchirurgischen Eingriffen deutlich höher ist als in anderen Fachbereichen. Dabei ist auch die höhere Infektionsrate nach laparotomischen im Vergleich zu laparoskopischen Eingriffen zu berücksichtigen (Wacha 2007).

Des Weiteren kann man beim Betrachten der Tabelle 1.6 feststellen, dass der häufigste Wundinfektion auslösende Keim in der Chirurgie der *Staphylococcus aureus* ist. Jedoch bildet die Abdominalchirurgie eine Ausnahme, denn hier wurden vor allem *Enterococcus*-Spezies (ca. 25%) und *Escherichia coli* (ca. 30%) im Erregerspektrum ausgemacht (Scheithauer et al. 2012).

**Tabelle 1.6** Häufigste Erreger bei postoperativen Wundinfektionen nach Eingriffsart (Scheithauer et al. 2012)

Erreger N (%)	Allgemein- chirurgie	Abdominal- chirurgie	Gefäßchirurgie	Urologie	Gynäkologie	Herzchirurgie	Traumatologie/ Orthopädie	Gesamt
S.aureus	81 (34,03)	137 (4,11)	224 (39,02)	48 (22,97)	194 (22,82)	475 (30,27)	739 (35,51)	1898 (21,44)
MRSA (Anteil an S.aureus)	13 (16,05)	39 (28,47)	65 (29,02)	13 (27,08)	23 (11,86)	89 (18,74)	141 (19,08)	383 (20,18)
Enterococcus spp.	8 (3,36)	825 (24,77)	103 (17,94)	25 (11,96)	81 (9,53)	132 (8,41)	266 (12,78)	1440 (16,27)
E.coli	6 (2,52)	991 (29,76)	70 (12,20)	31 (14,83)	81 (9,53)	78 (4,97)	96 (4,61)	1353 (15,29)
KNS	15 (6,30)	107 (3,21)	64 (11,15)	17 (8,13)	90 (10,59)	409 (26,07)	337 (16,19)	1039 (11,74)
KNS als alleiniger Erreger	13 (5,46)	43 (1,29)	43 (7,49)	16 (7,66)	71 (8,35)	311 (19,82)	268 (12,88)	765 (8,64)
P.aeruginosa	5 (2,10)	199 (5,98)	42 (7,32)	4 (1,91)	20 (2,35)	57 (3,63)	45 (2,16)	372 (4,20)
Enterobacter spp.	5 (2,10)	160 (4,80)	19 (3,31)	5 (2,39)	13 (1,53)	78 (4,97)	70 (3,36)	350 (3,95)
Proteus spp.	6 (2,52)	142 (4,26)	30 (5,23)	8 (3,83)	31 (3,65)	26 (1,66)	48 (2,31)	291 (3,29)
Klebsiella spp.	4 (1,68)	155 (4,65)	11 (1,92)	6 (2,87)	18 (2,12)	38 (2,42)	20 (0,96)	252 (2,85)
Bacteroides spp.	3 (1,26)	199 (5,98)	6 (1,05)	3 (1,44)	15 (1,76)	4 (0,25)	6 (0,29)	236 (2,67)
Citrobacter spp.	2 (0,84)	69 (2,07)	6 (1,05)	1 (0,48)	7 (0,82)	16 (1,02)	7 (0,34)	108 (1,22)
Streptococcus spp.	14 (5,88)	29 (0,87)	4 (0,70)	5 (2,39)	12 (1,41)	5 (0,32)	37 (1,78)	106 (1,20)
Anzahl der Erreger in der Tabelle	149	3013	579	153	562	1318	1671	7445
Anzahl der anderen Erreger	27	309	46	15	89	214	303	1003
Anzahl der Erreger insgesamt	176	3322	625	168	651	1532	1974	8448
Anzahl Infektionen ohne Erreger	82	1281	106	81	341	301	399	2591
Anzahl Infektionen mit Erreger	156	2049	468	128	509	1268	1682	6260
Anzahl Infektionen insgesamt	238	3330	574	209	850	1569	2081	8851

MRSA: Methicillin-resistenter Staphylococcus aureus

KNS: Koagulase-negative Staphylokokken

Diese Daten des Krankenhausinfektions-Surveillance-Systems (KISS; Modul OP-KISS) beziehen sich auf den Zeitraum vom Januar 2006 bis zum Dezember 2010

### 1.4.5 Der Bauchnabel als Keimreservoir der Haut?

Der Bauchnabel gilt als eines der am wenigsten erforschten Gebiete des menschlichen Körpers, was aufgrund seiner Besiedelung mit Mikroorganismen doch sehr verwunderlich ist. Denn beispielsweise weiß man heutzutage sehr wohl, welche Auswirkungen Staphylokokken im Bereich des Nasopharynx in der Entwicklung von nosokomialen Infektionen haben können (Talmor und Barie 2011). In einer 2012 veröffentlichten Versuchsreihe aus den USA entdeckten Hulcr et al. mehr als 2350 verschiedene Spezies in insgesamt 60 untersuchten Bauchnabeln. Des Weiteren wurde in dieser Studie herausgefunden, dass ein Bauchnabel im Durchschnitt 67 unterschiedliche Mikroorganismen beherbergt. Die am häufigsten aufgetretenen Keime waren u.a. Staphylokokken, Korynebakterien und Mikrokokken. Neben diesen typischen Mikroorganismen der menschlichen Haut, wurden auch äußerst seltene Organismen ausgemacht (Hulcr et al. 2012).

Die Artenvielfalt wird mitunter dadurch erklärt, dass der Bauchnabel bei der täglichen Körperpflege vernachlässigt wird, was wiederum das Wachstum von Mikroorganismen fördert (Hamzaoglu et al. 2004, Talmor und Barie 2011).

In nur wenigen Studien wurde bisher untersucht, inwieweit es durch die Keime im Bauchnabel zu postoperativen Wundinfektionen kommen kann. Voitek und Tsao äußerten den Verdacht, dass die Ansammlung von Feuchtigkeit im Bauchnabel das Infektionsrisiko bei bauchchirurgischen Eingriffen erhöhen könnte (Voitek und Tsao 2001).

Hamzaoglu et al. stellten sich in ihrer Studie die Frage, ob die Keime der Flora im Bauchnabel eine postoperative Wundinfektion nach laparoskopischen Eingriffen auslösen können, zumal der Bauchnabel ein bewährter Zugangsweg in das Peritoneum ist. Bei sechs von acht Studienteilnehmern war der postoperative Wundinfekt im Bereich des Bauchnabels lokalisiert. Zuvor wurden die Keime im Bauchnabel vor und nach der Operation analysiert und mit den Keimen der späteren Wundinfektion verglichen. Dabei konnte nicht signifikant belegt werden, ob die Mikroorganismen des Bauchnabels die Ursache der Wundinfektion waren. Die Autoren sind daher der Meinung, dass durch den

Trocar keine Keime aus dem Bauchnabel in das Operationsgebiet eingebracht werden, die für eine Wundinfektion ursächlich sein könnten. Vielmehr sehen sie die Gefahr einer postoperativen Wundinfektion im Erwerb von Krankenhauskeimen begründet (Hamzaoglu et al. 2004).

In Japan wurde eine kleinere Untersuchungsreihe von Keimspektren aus 24 verschiedenen Bauchnabeln erhoben, nachdem es infolge einer plastischen Rekonstruktion der Brust aus einem autogenen Bauchmuskellappen zu einer heftigen postoperativen Wundinfektion gekommen war. Der Bauchnabel galt dabei als Herkunftsort einer Infektion auslösenden Keims (*Pseudomonas aeruginosa*). Die Analysen der 24 Proben ergaben zum Teil Kulturen im Bauchnabel, die die Autoren darin nicht erwartet hatten, da diese Erreger nicht zum gewöhnlichen residenten Keimspektrum der menschlichen Haut zu zählen sind. Neben *Pseudomonas aeruginosa* wurden unter anderem noch Klebsiellen und Enterokokken erwähnt (Kikuchi und Yano 2009).

Betrachtet man den vorliegenden Forschungsstand, so lässt sich konstatieren, dass die Bedeutung der Keime im Bauchnabel noch nicht ausreichend untersucht worden ist. In Anbetracht der bis dato immer noch zu hohen Wundinfektionsrate vor allem in der laparotomisch durchgeführten Viszeralchirurgie sollte dieser Gesichtspunkt einer näheren Betrachtung unterzogen werden.

### 1.5 Ziele der Studie

Wie eingangs bereits erwähnt, stellen postoperative Wundinfektionen in allen Bereichen der Chirurgie die betroffenen Patienten und das Krankenhauspersonal vor große Schwierigkeiten. Studien zeigen, dass vor allem in der Abdominalchirurgie postoperative Wundinfektionen im Vergleich zu anderen Fachrichtungen signifikant häufiger auftreten (Wacha 2007, Scheithauer et al. 2012). Angesichts dieser spezifischen Problematik sind weitere Studien notwendig, welche die Entstehung und Prävention von Wundinfekten untersuchen. Ein wichtiger Parameter ist dabei die Hautflora, da diese eine entscheidende Infektionsquelle darstellt. Aufgrund dessen wird in der chirurgischen Praxis vor jeder Operation eine antiseptische Desinfektion der

Haut in der Wundumgebung vorgenommen. Oft findet dabei die Lösung Braunoderm © Verwendung (100 g beinhalten 50g 2-Propanol und 1 g Polyvidon-Iod-Komplex). Im Rahmen der vorliegenden, empirischen Studie soll nun die Effektivität dieser Reinigung geprüft werden. Konkret stellt sich die Frage, ob durch die präoperative Desinfektion der Wundumgebung bei laparotomischen Eingriffen tatsächlich alle potentiell schädlichen Hautkeime vollständig abgetötet werden. Darüber hinaus soll eruiert werden, ob etwaig nicht abgetötete Hautkeime eine Wundinfektion hervorrufen.

Das Augenmerk dieser Studie liegt dabei auf der Analyse der Keime im Bauchnabel, da dieser dem Operationsgebiet topographisch sehr nahe liegt und eine Vielzahl an Keimen beherbergt (Hulcr et al. 2012). Zudem ist seine Bedeutung hinsichtlich einer postoperativen Wundinfektion bis heute weitgehend unerforscht. Die zugrunde liegende Hypothese der Studie lautet demnach, dass die antiseptische Desinfektion im Operationsgebiet den Bauchnabel gegebenenfalls nur unzureichend berücksichtigt (Talmor und Barie 2011), dadurch nicht effektiv wirkt und ein Risikofaktor einer Wundinfektion sein könnte (Fry 2011).

## **2 Material und Methoden**

### **2.1 Patientenkohorte**

Die Patienten für diese prospektive Studie wurden in der Chirurgischen Klinik und Poliklinik der Universitätsklinik rechts der Isar in München gescreent. Für die vorliegende Studie wurden einige Ein- und Ausschlusskriterien festgelegt, welche sich vornehmlich auf die Operationsform beziehen.

### **2.2 Ein- und Ausschlusskriterien**

Es wurden in die klinische Studie ausschließlich Teilnehmer aufgenommen, denen eine Operation mit einer Längs- oder Querlaparotomie (> 15 cm) bevorstand und es sich dabei um saubere, sauber-kontaminierte oder kontaminierte Eingriffe handelte. Ein Eignungskriterium war weiterhin, dass der Patient mindestens 18 Jahre alt ist und gleichzeitig in der Lage ist, die Patientenaufklärung und Einverständniserklärung (EV) eigenständig zu lesen, zu verstehen und zu unterschreiben.

Von der Studienteilnahme ausgeschlossen wurden Revisionseingriffe (Relaparotomien) und kleinere abdominelle Eingriffe, d.h. Operationen bei denen ein Längs- oder Querschnitt (> 15cm) nicht explizit beabsichtigt war. Keine Zuteilung zur Studie fanden außerdem Patienten, bei denen sogenannte „schmutzige Eingriffe“ durchgeführt wurden. Tabelle 2.1 stellt sämtliche Ein- und Ausschlusskriterien zusammenfassend dar.

**Tabelle 2.1** Ein- und Ausschlusskriterien zur Teilnahme an der FlauBa-Studie

Einschlusskriterien	Ausschlusskriterien
Längs- oder Querlaparotomie ( > 15 cm)	Revisionseingriffe (Relaparotomien) oder kleinere abdominelle Eingriffe ohne Längs- oder Querschnitt (> 15 cm)
Saubere/ sauber-kontaminierte oder kontaminierte Operationen	Schmutzige Operationen
Mindestens 18 Jahre alt	
Selbständiges Lesen, Verstehen und Unterschreiben der Patientenaufklärung und Einverständniserklärung	

Zudem konnten die Daten der Patienten nur dann verwertet werden, wenn die Keimtests der Probanden ordnungsgemäß aus dem Bauchnabel entnommen und analysiert wurden. Dies setzte voraus, dass je ein Abstrich vor und ein weiterer Abstrich nach der Desinfektion des Operationsgebiets unter Einhaltung der vom Hersteller empfohlenen Einwirkzeit gewonnen wurden. Des Weiteren musste postoperativ ein mindestens 30-tägiger Beobachtungszeitraum („Follow-up“) gewährleistet sein, in dem der Wundheilungsverlauf in regelmäßigen Abständen kontrolliert wurde.

Zum Ausschluss hingegen führten eine präoperativ fehlerhaft gewonnene oder versäumte Keimentnahme, eine Relaparotomie, die nicht aufgrund eines Wundinfekts durchgeführt wurde, sowie der Tod des Patienten innerhalb der 30-tägigen Beobachtungsphase.

Es wurden 129 Patienten für die Teilnahme an der FlauBa-Studie gescreent. Nach Berücksichtigung aller Ein- und Ausschlusskriterien verblieben 93 Probanden für die Analyse. Demzufolge wurden 26 Patienten aufgrund fehlerhafter Keimentnahme, neun wegen anschließend erfolgter Relaparotomie

sowie ein Todesfall innerhalb der 30-tägigen postoperativen Kontrollphase ausgeschlossen.

Innerhalb der ersten 30 Tage nach dem chirurgischen Eingriff entwickelte sich bei insgesamt sieben eingeschlossenen Studienteilnehmern ein postoperativer Wundinfekt.

Eine Übersicht über die Verteilung der Patienten findet sich in Abbildung 2.1.

### 2.3 Studiendauer

Die Probenentnahmen fanden innerhalb eines circa achtmonatigen Zeitraums in der chirurgischen Abteilung der Universitätsklinik rechts der Isar in München statt. Das Follow-up Intervall wurde auf 30 Tage festgesetzt.

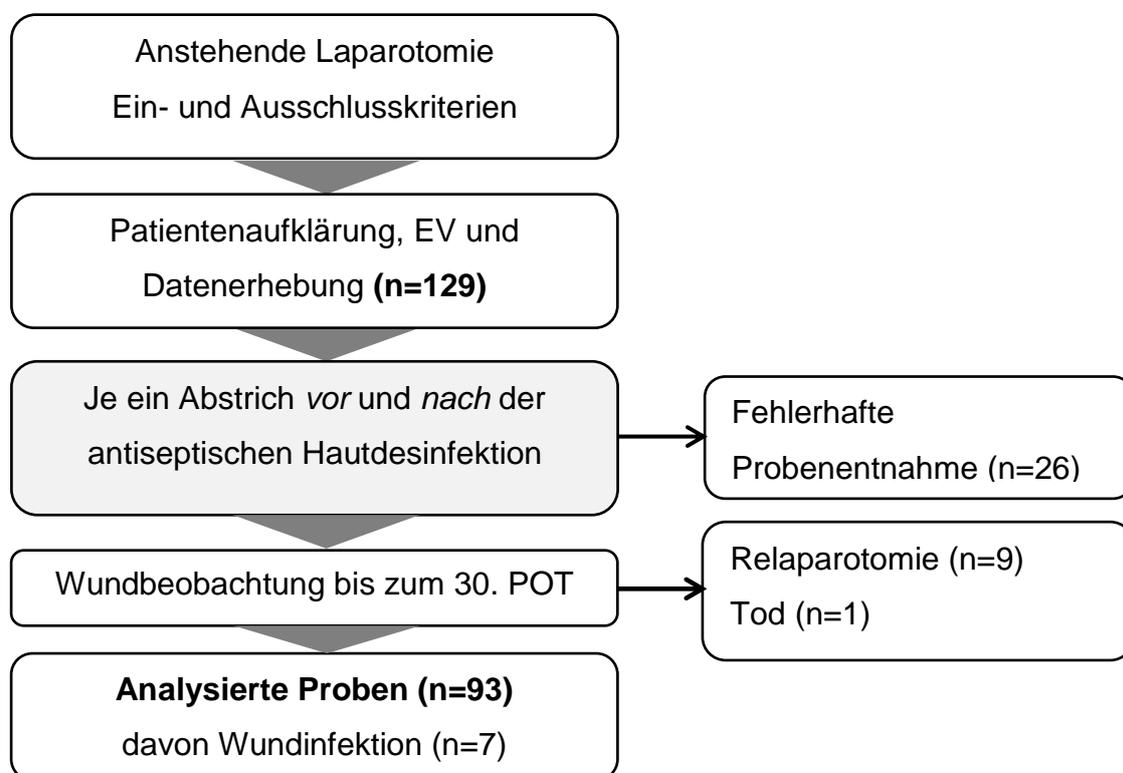
### 2.4 Studiendesign

Für die vorliegende Studie wurde ein prospektives Studiendesign realisiert. Eingangs wurden die Patienten hinsichtlich der festgelegten Ein- und Ausschlusskriterien innerhalb der chirurgischen Abteilung des Klinikums rechts der Isar in München untersucht.

Führte dieses Screening zum Einschluss, wurde der jeweilige Patient über die Studie aufgeklärt, dessen Einverständniserklärung eingeholt und statistisch-relevante Daten aus der jeweiligen Patientenakte erhoben. Aus dem Bauchnabel der Patienten wurden je ein Abstrich vor der Desinfektion des Operationsgebietes und ein weiterer nach der erfolgten präoperativen Hautantiseptik entnommen. Vor der Entnahme des zweiten Abstrichs ist stets auf die vom Hersteller empfohlene Einwirkzeit der desinfizierenden Lösung geachtet worden. Zudem waren zuvor große Überschüsse des Desinfektionsmittels mit einem sterilen Tupfer aus dem Bauchnabel zu entfernen. Die Analyse der gewonnenen Proben fand in der klinikinternen Abteilung für Mikrobiologie statt. Die postoperative Erfassung und Evaluation der gegebenen Wundverhältnisse erfolgte gemeinsam mit dem zuständigen Stationsarzt auf Basis der Wunddokumentation.

Dem etablierten Klinikstandard zufolge, war bei einem Wundinfekt ein weiterer Abstrich zu entnehmen, welcher anschließend wiederum einer mikrobiologischen Analyse unterzogen wurde. Für den Fall, dass sich bis zur Entlassung kein Wundinfekt entwickelt hatte, ist Kontakt mit den zuständigen Hausärzten bzw. Rehakliniken aufgenommen worden, um Auskunft über einen potentiell entstandenen Wundinfekt bis zum 30. postoperativen Tag (POT) zu erhalten.

Abbildung 2.1 stellt den Ablauf der FlauBa-Studie schematisch dar.



---

**Abbildung 2.1** Ablauf und Verteilung der FlauBa-Studie

---

## 2.5 Postoperative Komplikationen

Komplikationen wurden im Rahmen der postoperativen 30-tägigen Wunddokumentation erfasst und nach der Klassifikation von Dindo und Clavien kategorisiert, wie in Tabelle 2.2 dargestellt (Dindo et al. 2004).

**Tabelle 2.2** Klassifikation der postoperativen Komplikationen nach Dindo und Clavien (Dindo et al. 2004)

Grad	Definition
I	Abweichungen vom normalen postoperativen Verlauf, die keiner medikamentösen, chirurgischen, endoskopischen und radiologischen Intervention bedürfen. Zulässige therapeutische Regime sind: Medikamente wie Antiemetika, Antipyretika, Analgetika, Diuretika, Elektrolyte und Physiotherapie. Schließt auch bettseitige Eröffnung von Wundinfekten ein.
II	Bedarf einer medikamentösen Behandlung mit anderen Medikamenten als für Grad I Komplikationen zulässig. Auch Bluttransfusionen und totale parenterale Ernährung.
III	Verlangt chirurgische, endoskopische oder radiologische Intervention
III a	Intervention ohne Allgemeinanästhesie
III b	Intervention unter Allgemeinanästhesie
IV	Lebensbedrohliche Komplikationen, die eine intensivmedizinische Behandlung verlangen
IV a	Dysfunktion eines Organs (einschließlich Dialyse)
IV b	Multiorgandysfunktion
V	Tod des Patienten

## 2.6 Statistik

Kategoriale Variablen werden mithilfe von Häufigkeitstabellen dargestellt, zur Überprüfung statistisch signifikanter Unterschiede wird der Chi-Quadrat-Test nach Pearson angewandt. Für stetige Variablen wird der Mittelwert mit

Standardabweichung und der Median mit Range angegeben, der Unterschied wird mit dem Mann-Whitney-U-Test geprüft.

Für alle Auswertungen wird das Signifikanzniveau auf  $\alpha=0,05$  festgelegt, so dass alle Ergebnisse mit  $p<0,05$  als statistisch signifikant angesehen werden können.

Alle Berechnungen sind mit IBM SPSS Statistics inc., Version 21, durchgeführt worden.

## 3 Ergebnisse

### 3.1 Deskriptive Analyse

Die FlauBa-Studie wurde in zwei Zeiträumen zwischen August 2012 und August 2013 an der Chirurgischen Klinik am Klinikum rechts der Isar der Technischen Universität München durchgeführt. Insgesamt sind 129 Patienten erfasst worden. Dabei handelte es sich um Patienten, bei denen eine Laparotomie vorgesehen war. Nach Berücksichtigung der Ausschlusskriterien blieben 93 Patienten für Analysen in der Gesamtkohorte.

#### 3.1.1 Demographische Faktoren

**Tabelle 3.1** Geschlechtsverteilung und Alter der Patienten zum Zeitpunkt der Operation

	Wundinfektion		Keine Wundinfektion		p-Wert
	n=7		n=86		
Gesamt	7	7,5 %	86	92,5 %	
Geschlecht					0,43 <sup>1</sup>
männlich	3	42,9 %	50	58,1 %	
weiblich	4	47,1 %	36	41,9 %	
Alter in Jahren					0,24 <sup>2</sup>
Mittelwert $\pm$ SD	65,1	22,0	62,0	12,8	
Median, min.-max.	73,0	21-90	64,0	32-88	

1: Chi-Quadrat-test 2: Mann-Whitney U-Test

---

In Tabelle 3.1 werden das Geschlecht und das Altersgefüge der Patienten mit postoperativer Wundinfektion und ohne Wundinfektion verglichen.

Insgesamt sind 53 Männer und 40 Frauen in die FlauBa-Studie aufgenommen worden. Innerhalb des 30-tägigen Follow-up-Zeitraums entwickelten 7,5 % (7) aller Studienteilnehmer einen postoperativen Wundinfekt, wohingegen bei 92,5 % (50 Männer und 36 Frauen) der Patienten die Wundheilung regelrecht verlief. Studienteilnehmer des weiblichen Geschlechts erlitten bei einer geringeren Teilnehmerzahl (40 Frauen vs. 53 Männer) häufiger eine postoperative Wundinfektion als Männer (4 Frauen vs. 3 Männer). Jedoch ist diese Tatsache ebenso wenig signifikant ( $p=0,43$ ) wie die Unterschiede beim Alter. Das durchschnittliche Alter in der Gruppe der Wundinfektionen betrug 65,1 Jahre und lag somit leicht über dem Mittelwert in der Gruppe der Patienten ohne postoperative Wundinfektion (62,0 Jahre;  $p=0,24$ ). Der jüngste Patient erlitt mit 21 Jahren und der älteste Patient mit 90 Jahren eine postoperative Wundinfektion.

#### **3.1.2 Präoperative Charakteristiken**

Tabelle 3.2 zeigt die in der FlauBa-Studie erhobenen präoperativen Patienteneigenschaften. Dazu zählen BMI, ASA-Score, Diabetes mellitus, die Einnahme von Antikoagulanzen, Antibiotika oder Kortisonpräparaten, die Verabreichung einer Chemo- und/oder Strahlentherapie sowie das Vorhandensein von Allergien. Des Weiteren wurde erfragt, ob in der Vergangenheit bereits bauchchirurgische Eingriffe kleineren bzw. größeren Umfangs durchgeführt wurden. Zu den kleineren Eingriffen sind Hernienrepairs, Cholezystektomien und Appendektomien jeglicher Art zu zählen, wohingegen Laparotomien wie z.B. bei Tumorerkrankungen als große Eingriffe in die Bewertung einfließen.

**Tabelle 3.2** Präoperative Charakteristiken beider Kohorten im Vergleich

	Wundinfektion		Keine Wundinfektion		p-Wert
	n=7		n=86		
BMI in kg/m <sup>2</sup> , Median (min.-max.)	26,3 (24,0-31,2)		24,2 (18,0-37,7)		0,21 <sup>1</sup>
ASA-Score					0,13 <sup>2</sup>
1	-	-	6	7,0 %	
2	5	71,4 %	58	67,4 %	
3	1	14,3 %	22	25,6 %	
4	1	14,3 %	-	-	
Diabetes mellitus	2	28,6 %	14	16,3 %	0,34 <sup>2</sup>
Z.n. CTx/RTx*	-	-	36	41,9 %	0,04 <sup>2</sup>
Kortison	-	-	1	1,2 %	1 <sup>2</sup>
Antibiose präoperativ	3	42,9 %	5	5,8 %	0,01 <sup>1</sup>
Antibiose, stationär	6	85,7%	34	39,5%	0,02 <sup>3</sup>
Antikoagulanzen	3	42,9 %	32	37,2 %	0,77 <sup>3</sup>
Allergien	3	42,9 %	31	36,0 %	0,80 <sup>3</sup>
Frühere Bauch-OP	5	71,4 %	54	62,8 %	
Kleineren Umfangs	3	42,9 %	16	18,6 %	0,31 <sup>3</sup>
Größeren Umfangs	2	28,6 %	38	44,2 %	

\*CTx/RTx: Chemotherapie/Strahlentherapie

1: Mann-Whitney U-Test 2: Exakter Fisher-Test 3: Chi-Quadrat-Test

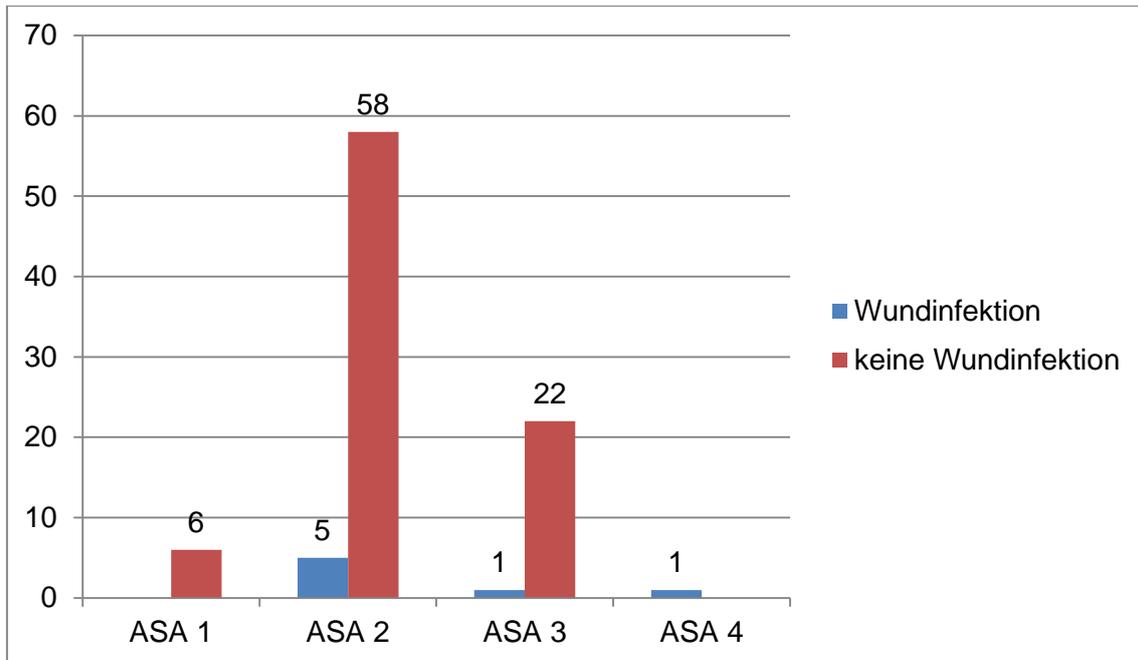
Der BMI war in beiden Kohorten im Durchschnitt vergleichbar (26,3 vs. 24,2) und ist nicht signifikant für das Auftreten postoperativer Wundinfektionen (p=0,21).

Die meisten Patienten in der Studie wurden in ASA-Score 2 (63) oder ASA-Score 3 (23) eingestuft. In der Gruppe der postoperativen Wundinfektionen waren 71,4 % (5) mit ASA-Score 2 und je ein weiterer Patient mit ASA-Score 3 bzw. ASA-Score 4 bewertet worden. In der Gruppe ohne postoperative

### 3. Ergebnisse

---

Wundinfektion wurden sechs (7,0 %) Studienteilnehmer mit ASA-Score 1 (normal, gesund) und kein Patient mit ASA-Score 4 bewertet. Der exakte Fisher-Test für die Variablen ASA-Score und Wundinfektion ergab kein signifikantes Ergebnis ( $p=0,13$ ). Abbildung 3.1 zeigt eine Übersicht der Verteilung in beiden Kohorten.



**Abbildung 3.1** Verteilung der ASA-Klassifikation in beiden Kohorten

Zum Zeitpunkt des Klinikaufenthalts war eine Diabeteserkrankung bei zwei (28,6 %) Patienten mit postoperativer Wundinfektion bekannt. In der Gruppe ohne Wundinfektion litten 14 (16,3 %) Patienten an dieser Stoffwechselerkrankung.

Kein Wundinfektionspatient erhielt eine neoadjuvante Chemo- und/oder Radiotherapie, wohingegen in der Vergleichsgruppe 41,9 % (36) der Probanden eine vorhergehende Therapie erhalten haben.

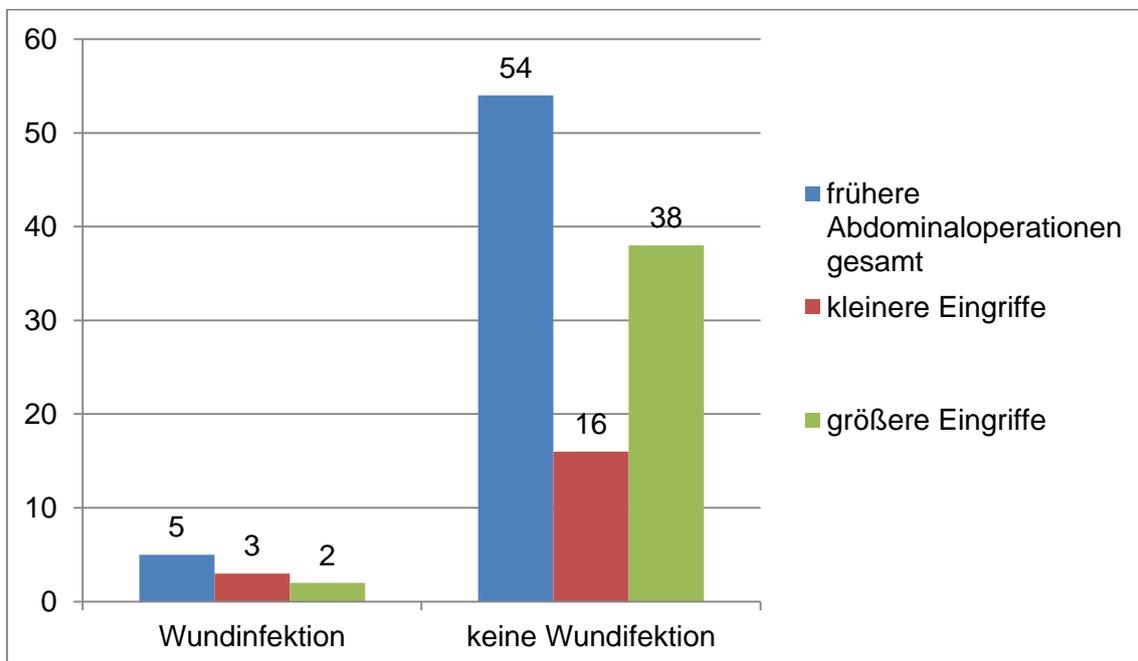
Präoperativ erhielt nur insgesamt ein Patient Kortison, der postoperative Heilungsverlauf war regelrecht.

In einigen Fällen (8) standen die Patienten unter einer präoperativen Antibiotikabehandlung. Drei dieser acht Patienten entwickelten einen Wundinfekt. Dies macht einen Anteil von 42,9 % (3) in der Gruppe der

Wundinfektionen aus. Zwei dieser Wundinfektionspatienten erhielten bereits einen sogenannten Stent infolge einer Erkrankung im Bereich des pankreatobiliären Systems und wurden daher bereits präoperativ antibiotisch abgeschirmt. Der Anteil von 5,8 % (5) in der Vergleichsgruppe ist signifikant geringer ( $p=0,01$ ). Als Antibiose wurden bei den drei Wundinfektionspatienten Piperacillin/Tazobactam, Vancomycin und Ciprofloxacin verwendet.

Jeweils 42,9 % (3) aller Wundinfektionspatienten nahmen zum Operationszeitpunkt blutverdünnende Medikamente ein und waren Allergiker. In der Vergleichskohorte waren 32 (37,2 %) mit Antikoagulanzen eingestellt und 31 (36,0 %) Allergiker.

Fünf (71,4 %) Studienteilnehmer mit einem postoperativen Wundinfekt wurden bereits in der Vergangenheit im Abdominalbereich operiert, davon zwei größere Operationen. In der Vergleichsgruppe mussten 62,8 % (54) bereits früher operiert werden, wobei die größeren Eingriffe den kleineren überlegen waren (38 vs. 16). Die Aufteilung der bereits früher durchgeführten Operationen wird in Abbildung 3.2 für beide Gruppen dargestellt.



**Abbildung 3.2** Anzahl früherer viszeralchirurgischer Operationen in Abhängigkeit vom Ausmaß des Eingriffes

---

Das Auftreten einer postoperativen Wundinfektion wird durch frühere Eingriffe jeglicher Art nicht signifikant begünstigt ( $p=0,31$ ).

### 3.1.3 Operationsbezogene Daten

#### 3.1.3.1 Prä- und postoperative stationäre Aufenthaltsdauer

Tabelle 3.3 stellt die stationäre Aufenthaltsdauer der Patienten vor und nach der Operation dar. Hier wird wiederum die Verweildauer der Wundinfektionspatienten mit der Vergleichskohorte ohne postoperative Wundinfektion angeführt. Der gemittelte präoperative Aufenthalt auf der chirurgischen Station betrug 5,4 Tage in der Gruppe der Wundinfektionen vs. 2,6 Tage in der Vergleichsgruppe. Die durchschnittliche postoperative stationäre Verweildauer von 29 Tagen war im Falle einer postoperativen Wundinfektion mehr als doppelt so lange wie in der Gruppe ohne Wundinfektion (13,9 Tage). Beim Auftritt einer Wundinfektion konnte ein Patient im günstigsten Fall nach 14 Tagen und im schwerwiegendsten Fall erst nach 63 Tagen das Krankenhaus wieder verlassen, bei regelrechter Wundheilung nach 6-32 Tagen.

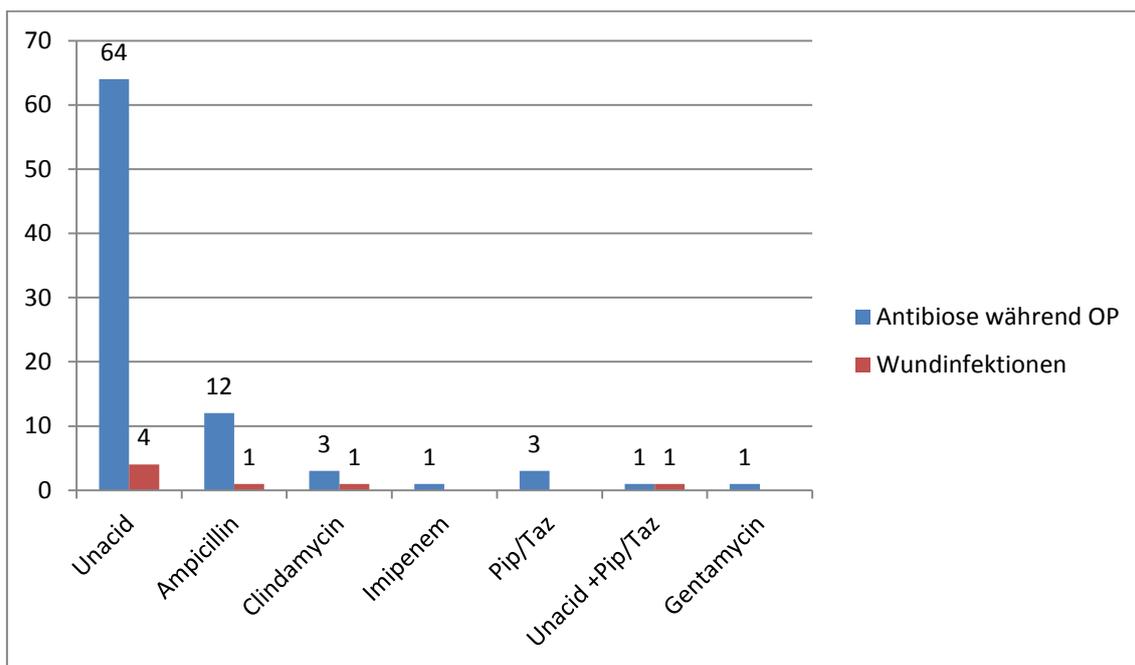
**Tabelle 3.3** Prä- und postoperative stationäre Aufenthaltsdauer in Tagen

	Wundinfektion		Keine Wundinfektion		p-Wert
	n=7		n=86		
<b>Mittlerer Aufenthalt</b>					
in d $\pm$ SD	5,4	6,0	2,6	2,7	0,13 <sup>1</sup>
präoperativ					
Median (min.-max.)	3,0	1-18	2,0	0-20	
<b>Mittlerer Aufenthalt</b>					
in d $\pm$ SD	29,0	17,5	13,9	5,6	0,01 <sup>1</sup>
postoperativ					
Median, min.-max.	21,0	14-63	13,0	6-32	

1: Mann-Whitney U-Test

#### 3.1.3.2 Antibiose während und nach der Operation

Anhand der Operationsberichte wurde ersichtlich, dass 92 von 93 Patienten eine antibiotische Standardabschirmung unmittelbar vor dem chirurgischen Eingriff erhalten haben (weniger als zwei Stunden vor der Inzision). Das Antibiotikum der Wahl war dabei Unacid (Wirkstoff: Sultamicillin). Dieses Präparat wurde bei 68 (73,1 %) Patienten (darunter vier Wundinfektionen) angewendet. Zwei Patienten bekamen eine Kombination aus Unacid und Piperacillin/Tazobactam (darunter eine Wundinfektion). Ampicillin als alleiniger Wirkstoff wurde 13 (14,0 %) Patienten verabreicht (darunter eine Wundinfektion). Bei Penicillin-Unverträglichkeit kamen Clindamycin (vier Patienten; eine Wundinfektion), Imipenem oder Gentamycin zur Anwendung (vgl. Abbildung 3.3).

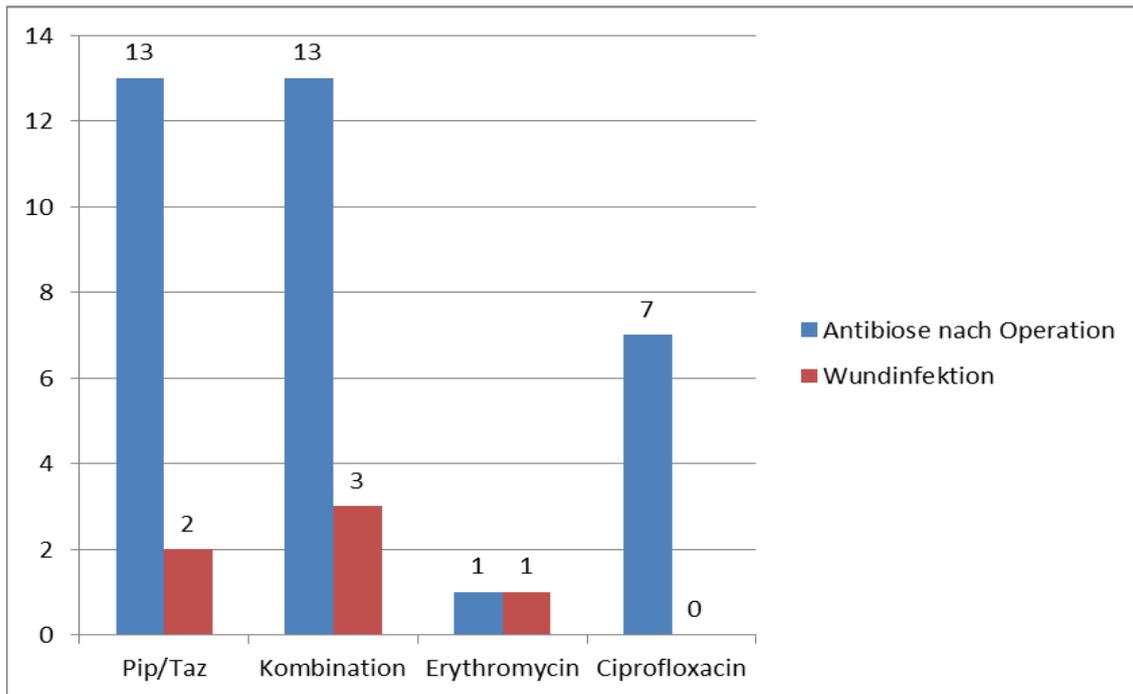


**Abbildung 3.3** Antibiotische Abschirmung unmittelbar vor der Operation (N=92)

Einige Patienten mussten auch im weiteren Verlauf des Krankenhausaufenthalts antibiotisch behandelt werden. Insgesamt bekamen 40 (43,0 %) Patienten Antibiotika (vgl. Abbildung 3.4). Am häufigsten wurden Piperacillin/Tazobactam (13 ohne Wundinfektion, zwei mit Wundinfektion), Ciprofloxacin (7) und eine Kombination aus verschiedenen Präparaten (13 ohne

Wundinfektion, drei mit Wundinfektion) angewandt. Ein Patient entwickelte unter Gabe von Erythromycin einen postoperativen Wundinfekt.

Das Auftreten einer postoperativen Wundinfektion war erwartungsgemäß signifikant mit der Verabreichung von Antibiotika in Zusammenhang zu bringen ( $p=0,02$ ).



**Abbildung 3.4** Postoperative Antibiose und Wundinfektion (N=40)

#### 3.1.3.3 Operationsarten und histologische Diagnosen

Die Tabellen 3.4 und 3.5 zeigen zum einen die Art des chirurgischen Eingriffs und zum anderen die histologische Diagnose auf. Dabei sind sowohl die verschiedenen Operationsarten als auch die einzelnen Befunde in übergeordnete Gruppen zusammengefasst worden. Des Weiteren wird dargestellt, wie häufig eine postoperative Wundinfektion in der jeweiligen Gruppe aufgetreten ist.

Am häufigsten kam es bei Pankreasresektionen (3 von 26 Operationen) und bei explorativen bzw. palliativ durchgeführten Eingriffen (2 von 7 Operationen) zu postoperativen Komplikationen im Sinne einer Wundinfektion. Bei

Darmresektionen sind in 2 von 19 Operationen Wundinfekte im Heilungsverlauf in Erscheinung getreten. Eingriffe wie zum Beispiel an Leber, Magen oder Speiseröhre (45,3 %) verliefen im Anschluss ohne Wundheilungskomplikationen.

**Tabelle 3.4** Art des Eingriffs und Auftreten von postoperativen Wundinfektionen

	Wundinfektion		Keine Wundinfektion		p-Wert
	n=7		n=86		
Exploration/palliative Anastomose	2	28,6 %	5	5,8 %	0,23 <sup>1</sup>
Leberresektion			13	15,1 %	
Narbenhernie			2	2,3 %	
Pankreasresektion	3	42,9 %	23	26,7 %	
Ösophagusresektion			11	12,8 %	
Darmresektion	2	28,6 %	17	19,8 %	
Magenresektion			15	17,4 %	

1: Exakter Fisher-Test

Bei näherer Betrachtung der Histologie (s. Tabelle 3.5) wird ersichtlich, dass nur ein Patient in der Wundinfektionsgruppe (Darmkarzinom, 14,3 %) nicht an einer Pankreas-assoziierten Krankheit litt. Dabei ist noch das gehäufte Auftreten von postoperativen Wundinfektionen bei pankreato-biliären Karzinomen (57,1 %) auffällig. Gewebefunde, die eine Erkrankung anderer Organe oder Metastasen ergaben, zogen keine postoperative Wundinfektion nach sich. Diese Befunde sind vor allem Magenkarzinomen (10), Ösophaguskarzinomen (17) und Metastasen (12) zuzuordnen.

Sowohl die Analyse der Operationsarten ( $p=0,23$ ) als auch der histologischen Diagnosen ( $p=0,13$ ) ließen im exakten Fisher-Test keinen signifikanten Zusammenhang mit dem Auftreten postoperativer Wundinfektionen in der FlauBa-Studie erkennen. Vergleicht man allerdings Operationen, die aufgrund

von pankreato-biliären Erkrankungen durchgeführt worden sind mit allen anderen, ist der Befund eindeutig signifikant (35 vs. 58;  $p=0,01$ ).

**Tabelle 3.5** Histologische Diagnose und Auftreten von postoperativen Wundinfektionen

	Wundinfektion		Keine Wundinfektion		p-Wert
	n=7		n=86		
Pankreato-biliäres Karzinom	4	57,1 %	15	17,4 %	0,01 <sup>1</sup>
Pankreato-biliäre Entzündungen/Neoplasien	2	28,6 %	14	16,3 %	
Darmkarzinom	1	14,3 %	12	14,0 %	
Magenkarzinom			10	11,6 %	0,13 <sup>1</sup>
AEG*/Ösophaguskarzinom			17	19,8 %	
Leberkarzinom			3	3,5 %	
Uteruskarzinom			1	1,2 %	
Metastasen			12	14,0 %	
Sonstige gutartige Erkrankungen			2	2,3 %	

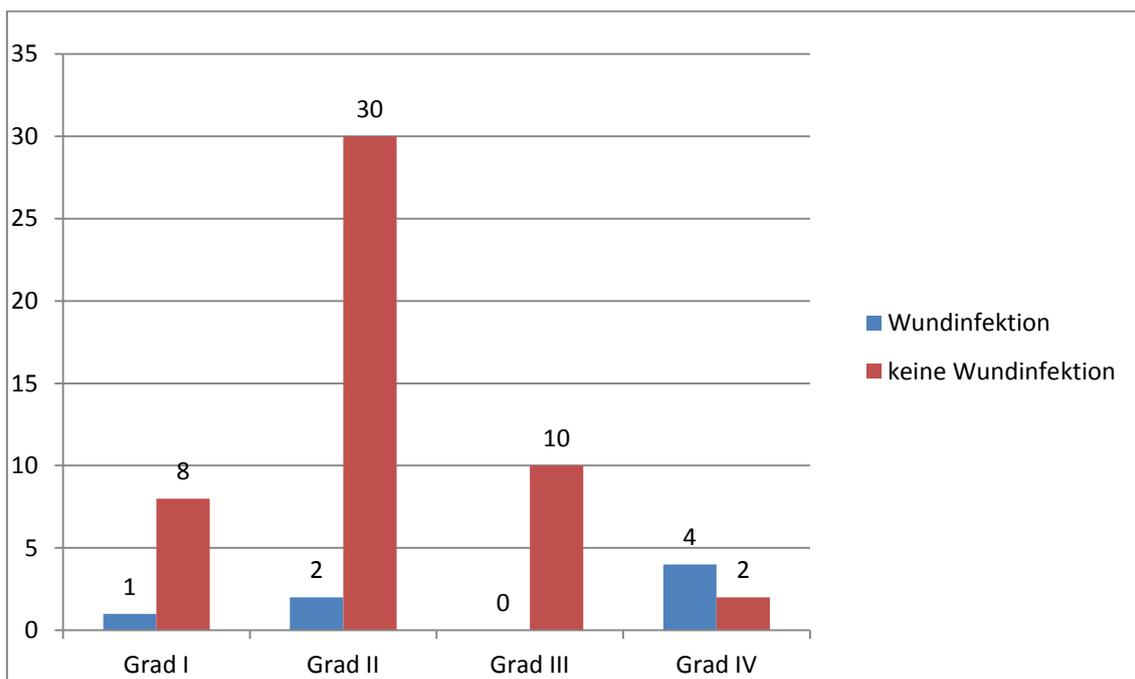
\*AEG: Adenokarzinome des ösophagogastralen Übergangs  
1: Exakter Fisher-Test

### 3.1.3.4 Postoperative Komplikationen

In Abbildung 3.5 wird das Auftreten allgemeiner postoperativer Komplikationen nach der Klassifizierung von Clavien und Dindo (s. Definitionen in Abschnitt 2.5) dargestellt (Dindo et al. 2004). Bei 36 (38,7 %) Patienten der Gesamtkohorte verlief der postoperative stationäre Aufenthalt regelrecht, wohingegen bei 57 (61,3 %) Studienteilnehmern es zu Komplikationen gekommen ist. Vier der insgesamt sieben Patienten mit postoperativer Wundinfektion sind nach Grad IV

klassifiziert worden, da in Kombination mit dem Wundinfekt auch eine längere intensivmedizinische Behandlung von Nöten war. Zwei Wundinfektionspatienten wurden antibiotisch behandelt und sind somit in Grad II eingestuft worden. Bei einem Patienten konnte der Wundinfekt allein durch bettseitiges Eröffnen der Wunde und ohne Antibiose kuriert werden.

Der Tod eines Patienten (Grad V) ist aufgrund der Ausschlusskriterien der FlauBa-Studie nicht aufgetreten. Die Aussagekraft der Abbildung 3.5 ist jedoch begrenzt. Dies ist damit zu erklären, dass einige Patienten mit schwerwiegenden postoperativen Komplikationen gar nicht erst erfasst werden konnten (z.B. Relaparotomie), da sie damit nicht mehr die Einschlusskriterien erfüllt haben und somit vom weiteren Verlauf der Studie ausgeschlossen wurden.



**Abbildung 3.5** Klassifikation postoperativer Komplikationen nach Dindo und Clavien (N= 57) (Dindo et al. 2004)

### 3.2 Analyse der gewonnenen Keimspektren

Das Hauptaugenmerk der FlauBa-Studie liegt auf der Analyse der Mikroorganismen, die durch Abstriche aus dem Bauchnabel der

Studienteilnehmer gewonnen werden konnten. Von vordergründigem Interesse ist dabei die Korrelation der Hautkeime und der möglicherweise auslösenden Keime der postoperativen Wundinfekte. Gegenstand einer sekundären Analyse soll außerdem das Mikrobiogramm vor und nach der antiseptischen Desinfektion sein.

#### **3.2.1 Bauchnabel-Flora und postoperative Wundinfektion**

Insgesamt haben sieben (7,5 %) Patienten einen postoperativen Wundinfekt entwickelt. Im Folgenden wird tabellarisch gezeigt, welche Keime in den Abstrichen präoperativ aus dem Bauchnabel bzw. aus der im späteren Verlauf infizierten Wunde der betroffenen Patienten isoliert werden konnten (Tabelle 3.6).

Vor der Desinfektion sind bei allen Patienten verschiedene Vertreter von Koagulase-negativen Staphylokokken im Bauchnabel aufgetreten, am häufigsten *S. epidermidis*, *S. hominis* und *S. haemolyticus*. Des Weiteren konnten bei Patient Nr. 1 koryneforme Bakterien und bei Patient Nr. 2 *Dermabacter hominis* ausgemacht werden.

Ein weiterer Abstrich wurde nach festgeschriebener Einwirkzeit des antiseptischen Desinfektionsmittels aus dem Bauchnabel genommen. Bei zwei Studienteilnehmern (Nr. 6 und Nr. 7) sind alle Keime durch die Desinfektion beseitigt worden. Die anderen fünf Proben wiesen weiterhin Koagulase-negative Staphylokokken auf. Dabei ist auffällig, dass bei fast allen Patienten eine quantitative Keimreduktion eingetreten ist (Ausnahme Nr. 3). Jedoch ist auch zu bemerken, dass einige Staphylokokken-Vertreter der zweiten Analyse in der ersten Probe noch nicht zu finden waren (Nr. 1–3).

Nach einer diagnostizierten Wundinfektion wurde ein Abstrich aus dem Wundgebiet entnommen. Die mikrobiologische Untersuchung ergab nur bei einem Patienten (Nr. 2) einen Keim, der sowohl vor als auch nach der antiseptischen Desinfektion aus dem Bauchnabel kultiviert werden konnte. Bei diesem Erreger handelte es sich um *S. epidermidis*.

Bei allen anderen Patienten sind die Mikroorganismen aus der Wunde in keinem der beiden präoperativen Proben aufgetreten. Die Analyse bei Patient Nr. 7 ergab kein positives Ergebnis, wurde jedoch von einem auswärtigen Arzt diagnostiziert und nicht Klinikintern untersucht. Die aus den Wunden gewonnenen Erreger waren *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli* und *Enterococcus faecalis* bzw. *Enterococcus faecium*. In der Probe eines Patienten (Nr. 3) konnten sogar zwei Keime isoliert werden.

**Tabelle 3.6** Aus dem Bauchnabel isolierte Keime vor bzw. nach präoperativer antiseptischer Waschung und in der infizierten Wunde ausgemachte Keime

	Keime vor Desinfektion	Keime nach Desinfektion	Keime in Wunde
Nr. 1	<i>S. hominis</i> <i>S. haemolyticus</i> <i>S. pasteurii</i> <i>C. tuberculostearicum</i>	<i>S. epidermidis</i>	<i>Klebsiella pneumoniae</i>
Nr. 2	<i>S. piscifermentans</i> <i>S. epidermidis</i> <i>Dermabacter hominis</i>	<i>S. hominis</i> <i>S. epidermidis</i>	<u><i>S. epidermidis</i></u>
Nr. 3	<i>S. hominis</i>	<i>S. hominis</i> <i>S. epidermidis</i>	<i>Escherichia coli</i> <i>Enterococcus faecalis</i>
Nr. 4	<i>S. hominis</i> <i>S. epidermidis</i> <i>S. haemolyticus</i>	<i>S. epidermidis</i>	<i>Enterococcus faecium</i>
Nr. 5	<i>S. epidermidis</i>	Koagulase-negative Staphylokokken	<i>Enterococcus faecalis</i>
Nr. 6	<i>S. hominis</i> <i>S. haemolyticus</i>	Keine	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
Nr.7	<i>S. haemolyticus</i> <i>S. capitis</i>	Keine	Keine

### 3.2.2 Antiseptische Keimreduktion

In den beiden nachfolgenden Tabellen werden absolute Angaben über die Häufigkeit der Mikroorganismen gemacht, welche vor bzw. nach der desinfizierenden Maßnahme im Bauchnabel zu finden waren.

Tabelle 3.7 zeigt Vertreter der typischen residenten Hautflora des Menschen, wohingegen Tabelle 3.8 transiente Keime aufzählt, die im Bauchnabel zu finden waren.

**Tabelle 3.7** Residente Hautkeime aus dem Bauchnabel vor und nach antiseptischer Reinigung des OP-Gebiets

	Vor Waschung	Nach Waschung
Koagulase-negative Staphylokokken, nicht näher bezeichnet	22	9
Staphylococcus hominis	46	3
Staphylococcus epidermidis	42	9
Staphylococcus haemolyticus	10	1
Staphylococcus capitis	5	
Staphylococcus lugdunensis	4	1
Staphylococcus pasteurii	3	
Staphylococcus warneri	3	
Staphylococcus piscifermentans	1	
Corynebacterium spp., nicht näher bezeichnet	21	1
Corynebacterium amycolatum	4	
Corynebacterium minutissimum	3	
Corynebacterium mucifaciens	1	
Corynebacterium tuberculostearicum	1	
Micrococcus luteus	3	
Arthrobacter cummingsii		1
Propionibacterium sp., nicht näher bezeichnet	1	
Propionibacterium avidum	2	
Dermabacter hominis	3	

Bei Betrachtung der in aller Regel resident auf der Haut lebenden Keime in Tabelle 3.7 sind Koagulase-negative Staphylokokken und deren Spezies am häufigsten in den Proben sowohl vor als auch nach der Desinfektion im Bauchnabel vorgefunden worden. *S. hominis* (46) und *S. epidermidis* (42) wurden als die am häufigsten aufgetretenen Keime im Bauchnabel identifiziert. Insgesamt wurden Koagulase-negative Staphylokokken-Spezies 136-mal in 93 Abstrichen vor der Desinfektion entdeckt. Nach der antiseptischen Behandlung wurden sie auf 23 reduziert. Das entspricht einer Keimreduktion von ca. 83 %.

Korynebakterien stellten die zweithäufigste Gruppe der Mikroorganismen im Bauchnabel dar. Insgesamt wurden 30-mal koryneforme Bakterien vor der Desinfektion ausgemacht. In nur einer Probe nach der Antisepsis war ein Korynebakterium noch zu finden (Keimreduktion um ca. 97 %).

Vereinzelt konnten auch noch *Micrococcus luteus* (3), Propionibakterien (3) und *Dermabacter hominis* (3) aus dem nicht-gereinigten Bauchnabel isoliert werden. Keiner dieser Mikroorganismen war nach Desinfektion des OP-Gebiets noch nachzuweisen. Allerdings trat in einer Probe *Arthrobacter cummingsii* auf, welcher in ungereinigten Bauchnabeln nicht zu finden war.

Tabelle 3.8 stellt eine Aufstellung aller Mikroorganismen dar, die in der FlauBa-Studie ausgemacht werden konnten und in aller Regel nur transient auf der menschlichen Haut zu finden sind.

Insgesamt neunmal sind Enterokokken-Spezies vor der antiseptischen Maßnahme im Bauchnabel aufgetreten. Der häufigste Vertreter war *Enterococcus faecalis* (5). Dieser Erreger trat auch als einziger Keim aus der Enterokokken-Familie noch nach der präoperativen Desinfektion auf (Keimreduktion um ca. 89 %). Wie bereits in Abschnitt 3.2.1 gezeigt, waren Enterokokken in drei von sieben Fällen einer Wundinfektion in der Wunde festgestellt worden. Zudem ist anzumerken, dass *Enterococcus faecalis* bei Patienten eine Wundinfektion ausgelöst hat, die diesen Keim zuvor noch nicht im Bauchnabel hatten. *Enterococcus faecium* trat indessen sogar in keinem der Abstriche vor bzw. nach der antiseptischen Desinfektion des OP-Gebiets auf. Dasselbe gilt auch für den Erreger *Pseudomonas aeruginosa*.

Escherichia coli (3) und Klebsiella pneumoniae (1) traten ausschließlich vor der Antisepsis des Patienten auf und lösten später einen Wundinfekt (jeweils einmal) aus. Dies war jedoch nur bei jenen Patienten der Fall, die diesen Keim laut Analyse zuvor noch nicht auf der Haut getragen haben.

Es gilt des Weiteren zu beachten, dass Streptokokken-Spezies sechsmal vor der Desinfektion im Bauchnabel aufgetreten sind und in vier Proben, die nach der Antisepsis entnommen wurden weiterhin zu finden waren (Keimreduktion ca. 33 %). Jedoch waren Streptokokken in keiner Wunde zu finden.

Tabelle 3.8 illustriert zudem noch, wie oft keine Keime mehr in den unterschiedlichen Proben zu beobachten waren. Zwei Abstriche vor der antiseptischen Reinigung zeigten, dass gar kein Erreger im Bauchnabel zu isolieren war. Nach der die Haut desinfizierenden Maßnahme ergaben 70 Analysen keine Mikroorganismen mehr in der Probe. Damit konnte bei 75,3 % aller Studienteilnehmer eine Keimfreiheit im Bauchnabel nach der Hautdesinfektion sichergestellt werden.

**Tabelle 3.8** Transiente Hautkeime aus dem Bauchnabel vor und nach antiseptischer Reinigung des OP-Gebiets

	Vor Waschung	Nach Waschung	Wundkeim
Enterokokken, nicht näher bezeichnet	1		
Enterococcus faecalis	5	1	2 (Nr. 3; Nr. 5)
Enterococcus avium	3		
Enterococcus faecium			1 (Nr. 4)
Escherichia coli	3		1 (Nr. 3)
Bacteroides species	1		
Lactobacillus species	3	1	
Klebsiella pneumoniae	1		1 (Nr. 1)
Klebsiella oxytoca	1		
apathogene Streptokokken	5	1	
Vergrünende Streptokokken	1	1	
Peptostreptococcus species	1		
Streptokokken, nicht näher bezeichnet		2	
Citrobacter koseri	1		
Citrobacter diversus	1		
Citrobacter amalonaticus	1		
Sporenbildner	1	1	
Pseudomonas aeruginosa			1 (Nr. 6)
Nicht-differenzierter Keim	1		
Keine Keime	2	70	1 (Nr. 7)

## 4 Diskussion

In dieser prospektiven Analyse wurden ausschließlich Daten von Patienten aus der chirurgischen Klinik am Klinikum rechts der Isar München erhoben. Die Studienteilnehmer wurden 2012 und 2013 operiert. In diesem Zuge sind studienrelevante Ergebnisse in Form von Patientendaten und mikrobiologischen Befunden gesammelt worden. Dies hat den Vorteil, dass die Daten relativ jung sind und das Operationsregime nach dem neuesten Erkenntnisstand berücksichtigt wurde. Dies betrifft in dieser Studie vor allem das bei jedem Patienten gleichermaßen standardisierte Vorgehen in der präoperativen Vorbereitung des OP-Feldes nach einem festgelegten klinikinternen Hygieneplan. Dieser Hygieneplan entspricht der Empfehlung der Deutschen Gesellschaft für Krankenhaushygiene und hält entsprechende Richtlinien des Robert-Koch-Instituts ein (Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention am Robert Koch-Institut 2007, Nußbaum 2013). Die Tatsache, dass fast alle Haut- bzw. Wundabstriche in der Mikrobiologie des Klinikums rechts der Isar München analysiert wurden, deutet auf einen homogenen Datenfundus hin. Auf der anderen Seite muss jedoch auch erwähnt werden, dass ein hochselektiertes Patientengut vorliegt und ausschließlich Patienten mit laparotomischen Eingriffen an der Studie teilgenommen haben. Zudem sind zum heutigen Standpunkt kaum Studienarbeiten mit ähnlicher Thematik bekannt. Dadurch wird ein Vergleich mit anderen Forschungsbemühungen äußerst schwierig.

Im Folgenden soll das Hauptaugenmerk auf den in Kapitel 1.5 beschriebenen Endpunkten der FlauBa-Studie liegen. Hierzu findet eine genauere Betrachtung der präoperativ bzw. aus den infizierten Wunden gewonnenen Mikrobiogrammen statt. Des Weiteren sollen Möglichkeiten diskutiert werden, die die Effektivität der Desinfektionsmaßnahmen vor allem im Bereich des Bauchnabels womöglich erhöhen könnten.

### 4.1 Beobachtungen aus der deskriptiven Analyse

Sicherlich ist es schwierig bei einer relativ kleinen Anzahl an Studienteilnehmern aussagekräftige Thesen zu postulieren, welche das Entstehen einer postoperativen Wundinfektion signifikant belegen können. Allerdings sind einige Parameter in der deskriptiven Analyse der FlauBa-Studie aufgefallen, die zumindest auf ein erhöhtes Risiko für Wundinfektionen hindeuten und gegebenenfalls als Ansatzpunkt für weitere Untersuchungen dienen könnten.

#### 4.1.1 Histologie und postoperative Wundinfektionen

Neben der Gefäßchirurgie und der orthopädischen Chirurgie stellen gastroenterologische Eingriffe das mit Abstand größte Risiko dar, eine postoperative Wundinfektion zu erleiden (Wacha 2007). In Tabelle 3.5 der vorliegenden Arbeit wird aufgezeigt, dass bei sechs von sieben (85,6%) Wundinfektionen ein Eingriff am pankreato-biliären System vorausging. Dies zeigt scheinbar eine erhöhte Anfälligkeit für postoperative Wundinfektionen bei Erkrankungen des Pankreas und seiner umliegenden Strukturen (Gallenblase, Gallengänge, Duodenum) ( $p=0,01$ ). Dabei muss jedoch auch berücksichtigt werden, dass sich am Klinikum rechts der Isar München ein Zentrum für Pankreaserkrankungen befindet und somit eine größere Anzahl von Operationen am pankreato-biliären System vorgenommen werden. In dieser Forschungsarbeit betraf das 37,6 % aller Studienteilnehmer. Einige andere Studien haben sich bereits mit dieser Thematik beschäftigt und unterschiedliche Gründe für das Auftreten einer Wundinfektion nach Operationen im Gebiet der Bauchspeicheldrüse ausgemacht. Ambiru et al. hielten in ihrer Forschungsarbeit einen zu hohen postoperativen Blutglukosewert für das vermehrte Auftreten einer Wundinfektion dafür verantwortlich und wiesen darauf hin, den Glukosewert gegebenenfalls mittels Insulininfusionen zu regulieren (Ambiru et al. 2008). In einer weiteren Studie aus Japan wurden Patienten untersucht, die sich einer Duodenopankreatektomie unterzogen. Beinahe die Hälfte aller Studienteilnehmer entwickelte einen postoperativen Wundinfekt. Im

Blutplasma wurden bei all diesen Patienten erhöhte Interleukin-6 und Interleukin-8 Werte beobachtet und somit als signifikanter Risikofaktor für den Erwerb einer postoperativen Wundinfektion ausgemacht (Kimura et al. 2006). Bei einer partiellen und totalen Pankreasresektion wird immer die Gallenblase mit den Gallengängen entfernt (Friess et al. 2003). Wacha beschreibt ein deutlich erhöhtes Wundinfektionsrisiko bei offen chirurgischen Eingriffen an den Gallenwegen. Dabei stützt er seine These auf Forschungsarbeiten von Keighley et al. sowie Chuang et al., welche zum Teil einen ausgeprägten Keimbefall in der Gallenblase und ihren ableitenden Wegen beschreiben und somit darin ein erhöhtes Risiko für Wundinfektionen sehen (Keighley et al. 1976, Chuang et al. 2004, Wacha 2007). Außerdem sei hier noch angemerkt, dass Pankreasoperationen in aller Regel sehr lange dauern können und je länger der Eingriff dauert, desto größer ist die Gefahr eine Wundinfektion im späteren Verlauf zu erleiden (Leong et al. 2006, Imai et al. 2008, Jeong et al. 2013). Ein weiterer Risikofaktor für postoperative Wundinfektionen im Bereich des pankreato-biliären Systems ist das Vorhandensein eines sogenannten Stents. Ein Stent wird häufig zur Drainage der Gallengänge bereits präoperativ implantiert. Studien konnten belegen, dass ein sogenanntes Stenting ein erhöhtes Wundinfektionsrisiko bei nachfolgenden Eingriffen am pankreato-biliären System darstellt (Sohn et al. 2000, Pisters et al. 2001, van der Gaag et al. 2010). In der FlauBa-Studie wurden zwar keine Parameter wie Glukose- und Interleukinwert erhoben, dennoch fiel auf, dass drei Patienten mit späterer Wundinfektion sich bereits zu einem früheren Zeitpunkt einer Gallenwegdrainage unterzogen hatten. Dies unterstreicht die von Sohn et al. und Pisters et al. genannte These.

#### **4.1.2 ASA-Score und postoperative Wundinfektion**

Mittels des sogenannten ASA-Scores wird das physische Erscheinungsbild des Patienten beurteilt. In der FlauBa-Studie konnte zwar kein signifikanter Zusammenhang zwischen ASA-Score und dem Auftreten einer Wundinfektion festgestellt werden, aber dennoch ein Trend zu Lasten von Patienten mit

schwerer Erkrankung ( $p=0,13$ ). Diese Tatsache deckt sich mit den Aussagen zahlreicher Forschungsarbeiten, welche von einem erhöhten Wundinfektionsrisiko bei vorerkrankten Patienten berichten. Dabei wurde auch noch aufgezeigt, dass die Schwere der Komorbidität einen Einfluss auf das Auftreten von postoperativen Wundinfektionen hat (Tang et al. 2001, Golubovic und Golubovic 2002, Raka et al. 2008, Khan et al. 2010)

#### 4.1.3 Präoperative Antibiose und Wundinfektionen

Des Weiteren ergab die Studie, dass postoperative Wundinfektionen in der Vergleichsgruppe signifikant seltener auftraten, als bei Patienten, die bereits vor dem Operationstag Antibiotika einnehmen mussten ( $p=0,01$ ). Hier scheint wiederum ein Zusammenhang mit der Krankengeschichte der Patienten zu bestehen. Denn zwei der drei betroffenen Patienten bekamen präoperativ Antibiotika, um das Infektionsrisiko bei Zustand nach Stenting der Gallenwege bzw. des Bauchspeicheldrüsengangs zu reduzieren. Der dritte Wundinfektionspatient, der vor dem Eingriff eine Antibiose erhielt, war bereits längere Zeit im Krankenhaus und litt an einer Cholangitis. Wie bereits in 4.1.1 beschrieben wurde, gilt ein Stent als Risikofaktor für postoperative Wundinfektionen (Sohn et al. 2000, Pisters et al. 2001, van der Gaag et al. 2010). Zudem werden Antibiotika gemeinhin zur Bekämpfung von bakteriellen Infektionen eingesetzt. Eine Infektion im Körper (z.B. eine Cholangitis) kann selbst dann zu einer Wundinfektion führen, wenn sie fernab des Operationsgebiets lokalisiert ist (Valentine et al. 1986).

#### 4.2 Auslösende Keime eines Wundinfektes

Im Folgenden werden die Keimspektren in den postoperativ aufgetretenen Wunden einer näheren Betrachtung unterzogen. Dabei soll zum einen die Art der Mikroorganismen und zum anderen ein Vergleich mit weiteren Studienbeobachtungen eruiert werden.

Wie in Tabelle 3.6 beschrieben, waren nach der präoperativen Desinfektion noch bei fünf (71,4 %) Patienten (Nr. 1-5) Mikroorganismen im Bauchnabel nachzuweisen. Des Weiteren wurden bei sechs Patienten Keime in der

infizierten Wunde ausgemacht. Bei Patient Nr. 7 konnten nach der Analyse des Abstrichs aus der infizierten Wunde keine Mikroorganismen gefunden werden. Eine verbindliche Erklärung dieses Ergebnisses ist nicht möglich. Jedoch soll an dieser Stelle darauf verwiesen werden, dass der Abstrich aus der Wunde des Patienten Nr. 7 in jener Klinik abgenommen wurde, in der auch die Anschlussheilbehandlung und die Diagnose eines postoperativen Wundinfekts stattfand.

Zudem fiel auf, dass ausschließlich bei Patient Nr. 2 der gleiche Erreger sowohl in den zwei präoperativ gewonnenen Proben als auch im Wundabstrich zu finden war. Hierbei handelte es sich um *S. epidermidis*, welcher als obligater Vertreter der gesunden Hautflora des Menschen gilt (Meyer-Rohn 1966, Roth und James 1988, Hadaway 2003, Fritsch 2009). Nun aber davon auszugehen, dass dieser Keim sicher aus dem Bauchnabel stammt und somit ursächlich für die Infektion ist, muss vor dem Hintergrund der präoperativ erhobenen Patientendaten zumindest bezweifelt werden. Patient Nr. 2 war in vielerlei Hinsicht gefährdet eine spätere Wundinfektion zu erleiden. Es lagen ein hohes Alter (90 Jahre) (Kaye et al. 2005, Imai et al. 2008) und Multimorbidität bei schwerer Vorerkrankung (ASA 4) vor (Golubovic und Golubovic 2002, Kadija et al. 2012). Des Weiteren hielt sich der Patient vor dem Eingriff bereits seit mehr als einer Woche im Krankenhaus auf (Lizan-Garcia et al. 1997, de Boer et al. 2001, Penel et al. 2001) und wurde an der Bauchspeicheldrüse bei vorangegangener Stentimplantation in einer mehrstündigen Prozedur (> vier Stunden) operiert (Sohn et al. 2000, Pisters et al. 2001, Leong et al. 2006, Imai et al. 2008, Jeong et al. 2013). All diese Faktoren sind in der Literatur bereits als eigenständige Risikofaktoren beschrieben worden.

Bei drei Studienteilnehmern wurden Enterokokken (42,9 %; ein Patient wies zusätzlich *Escherichia coli* auf) und bei je einem Patienten *Klebsiella pneumoniae* (14,3 %) bzw. *Pseudomonas aeruginosa* (14,3 %) in der infizierten Wunde nachgewiesen. Jedoch waren diese Keime weder im ersten noch im zweiten Abstrich vor der Operation mikrobiologisch festgestellt worden, was darauf hindeutet, dass die Mikroorganismen im Bauchnabel nicht Auslöser des Wundinfekts waren (vgl. Tabelle 3.6).

Zum heutigen Zeitpunkt sind in der Literatur kaum Studien zu finden, die sich mit einer ähnlichen Thematik auseinander gesetzt haben. Jedoch beschreiben Hamzaoglu et al. in ihrer Forschungsarbeit aus dem Jahre 2004 einen ähnlichen Studienablauf. Dabei wurde bereits die Frage gestellt, ob die Keime im Bauchnabel als Auslöser einer postoperativen Wundinfektion nach laparoskopischen Eingriffen verantwortlich sein können. Das Studiendesign gleicht dem Vorgehen in der vorliegenden Arbeit. Bei insgesamt acht postoperativen Wundinfektionen konnten bereits bei sieben Probanden keine Erreger mehr aus dem Abstrichmaterial nach präoperativer Desinfektion isoliert werden. Kein Patient wies den gleichen Keim in der infizierten Wunde auf. Somit wurde auch bei Hamzaoglu et al. geschlussfolgert, dass die Mikroorganismen des Bauchnabels wohl keinen Einfluss auf eine spätere Wundinfektion haben (Hamzaoglu et al. 2004).

Nun soll nochmals auf die Keimspektren der Wundinfektionen in der Viszeralchirurgie eingegangen werden. Wie zuvor bereits erwähnt und in Tabelle 1.6 veranschaulicht, unterscheiden sich die Mikroorganismen in der Abdominalchirurgie von denen anderer chirurgischer Fachrichtungen (Scheithauer et al. 2012). Diese These wird durch die Ergebnisse der vorgelegten und auch durch weitere Studien unterstrichen. So steht der sonst sehr häufig auftretende *S. aureus* eher im Hintergrund und verursachte auch in dieser Studie keine postoperative Wundinfektion. Laut Scheithauer et al. sind *Escherichia coli* (ca. 30 %) und Enterokokken-Spezies (ca. 25 %) die am häufigsten vorkommenden Keime in infizierten Wunden. Mit größerem Abstand folgen *Bacteroides*-Spezies und *Pseudomonas aeruginosa* (je ca. 6 %) sowie Enterobacter-Spezies und *Klebsiella*-Spezies mit einer Häufigkeit von ca. 5 % (Scheithauer et al. 2012). In einer erst kürzlich veröffentlichten Studie aus den Niederlanden wurden bei Wundinfektionen nach gastrointestinalen Eingriffen überwiegend *Escherichia coli* und *Pseudomonas aeruginosa* beobachtet (Ramcharan et al. 2014). Wacha berichtet vor allem bei bauchchirurgischen Eingriffen von einer größeren Anzahl von Wundinfektionen, die durch Enterokokken oder *Escherichia coli* ausgelöst werden (Wacha 2007).

### 4.3 Ursprung der Infektion

Die Keime, die eine Wundinfektion auslösen können, müssen entweder exogenen Ursprungs sein oder aus der endogenen Flora des Patienten in das Operationsgebiet gelangen. In der Literatur ist man der Meinung, dass die Erreger in aller Regel bereits während des operativen Eingriffs in die Wunde eindringen, sofern der anschließende Wundverschluss primär verläuft. Das heißt nach 24 Stunden ist das Operationsgebiet soweit verschlossen, dass keine Kontaminationsgefahr mehr besteht (Kappstein 2004, Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention am Robert Koch-Institut 2007, Hachenberg et al. 2010, Widmer und Battegay 2010, Scheithauer et al. 2012). Mögliche Quellen der Infektion wurden bereits im Einleitungsteil dieser Arbeit genannt (vgl. 1.4.4).

Anhand der Ergebnisse der FlauBa-Studie ist davon auszugehen, dass die Erreger, die nach der präoperativen Desinfektion im Bauchnabel verblieben sind, keine direkte Auswirkung auf das Auftreten einer postoperativen Wundinfektion haben. Somit müssen die Keime auf einem alternativen Weg in die Wunde gelangt sein. Diese Einschätzung wird auch durch die Arbeit von Hamzaoglu et al. unterstützt (Hamzaoglu et al. 2004).

### 4.4 Effektivität der präoperativen Antiseptik

Als zweiter Endpunkt dieser Studie soll geprüft werden, wie wirksam die Desinfektionsmaßnahmen bei den erfassten Laparotomien am Klinikum rechts der Isar München waren.

Bei 97,8 % aller Studienteilnehmer ergaben die gewonnenen Abstriche vor der chirurgischen Hautdesinfektion ein positives Keimspektrum. Insgesamt 175 Erreger der residenten und 30 der transienten Hautflora wurden unter der gesamten Kohorte festgestellt. Dabei konnten durch die Desinfektion mit Braunoderm © (100 g beinhalten 50g 2-Propanol und 1 g Polyvidon-Iod-Komplex) 85,7 % der residenten und 93,0 % der transienten Keime eliminiert werden (vgl. Tabelle 3.7 und 3.8). Die Wirksamkeit im Sinne einer vollständigen Keimfreiheit im Bauchnabel wurde mittels eines zweiten Abstrichs überprüft. Bei

nur ca. 75 % aller Patienten ergab die Analyse eine vollständige Antisepsis im Bauchnabel. Somit ist nicht auszuschließen, dass Hautareale um den Bauchnabel trotz Desinfektion weiterhin kontaminiert sind und eine Keimverschleppung in das Wundgebiet möglich ist.

Die Tatsache, dass bei rund einem Viertel aller Patienten die Desinfektion zu keiner scheinbaren Keimfreiheit führte, soll nun genauer diskutiert werden.

Zunächst stellt sich die Frage, welche Ziele die Hautdesinfektion vor operativen Eingriffen besitzt. Gundermann postulierte zwei grundlegende Ziele. Zum einen soll die transiente Flora durch das antiseptische Agens nahezu vollständig eliminiert werden und zum anderen soll die Standortflora der menschlichen Haut insoweit reduziert werden, dass von ihr keine Gefahr der Infektion mehr ausgeht (Gundermann 1990). Er und weitere Autoren weisen jedoch auch ausdrücklich darauf hin, dass eine vollständige Keimfreiheit nicht möglich sei (Gundermann 1990, Kappstein 2004). Hadaway behauptet, dass rund 20 % der Hautkeime nach der Desinfektion an der Oberfläche verbleiben (Hadaway 2003), da das Antiseptikum nicht in die tieferen Hautschichten penetrieren kann (Gundermann 1990, Hadaway 2003, Kappstein 2004). Man geht davon aus, dass nach der Applikation von desinfizierenden Agenzien innerhalb weniger Stunden eine Wiederbesiedelung der Hautoberfläche mit Keimen der residenten Hautflora stattfindet. Häufige Vertreter sind Koagulase-negative Staphylokokken, welche aus den tieferen Hautarealen, wie beispielsweise den Talgdrüsen oder den Haarfollikeln stammen (Marples 1974, Brown et al. 1989, Hendley und Ashe 1991).

#### **4.5 Effektivitätssteigerung der präoperativen Hautdesinfektion**

Auch wenn man nun also der Annahme ist, dass eine vollständige Antisepsis nicht zu erreichen ist, was vor allem die Keime der residenten Hautflora des Menschen betrifft, konnten in der FlauBa-Studie nach der desinfizierenden Maßnahme bei 7,5 % aller Patienten noch Keime der transienten Flora im Bauchnabel ausgemacht werden. Zur transienten Flora zählen zum Teil auch fakultativ pathogene und pathogene Erreger (Roth und James 1988). Auffällig war auch, dass bei einem Großteil der Wundinfekte Vertreter der transienten

Keimflora gefunden wurden. Unter Berücksichtigung der Zielvorgabe, dass die Anwendung eines Antiseptikums eine vollständige Eradikation aller transienten Mikroorganismen im Operationsgebiet fordert, sollten Möglichkeiten erwogen werden, die womöglich zu einem besseren Ergebnis führen könnten. Vor der Anwendung von Desinfektionsmitteln sind Verunreinigungen im Operationsgebiet zu entfernen (Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention am Robert Koch-Institut 2000). Speziell der Bauchnabel dient aufgrund seiner anatomischen Form als guter Schlupfwinkel für Verschmutzungen (Steinhauser 2009) und sollte bei der Reinigung und Desinfektion dringend berücksichtigt werden. Im Folgenden sollen Überlegungen getätigt werden, ob eine zusätzliche mechanische oder auch alternative chemische Reinigung bzw. Desinfektion der Haut sinnvoll ist.

##### **4.5.1 Präoperatives Duschen mit Chlorhexidin**

Am Klinikum rechts der Isar München und somit auch in der vorliegenden FlauBa-Studie wurde auf ein zusätzliches präoperatives Reinigen des Operationsgebietes und des Bauchnabels verzichtet. Interessant erscheint dabei, inwieweit eine zusätzliche präoperative Reinigung mit antibakteriellen Lotionen das Erregerspektrum im Bauchnabel beeinflussen kann, zumal bei rund 25 % der Patienten weiterhin Keime nach der präoperativen Desinfektionsmaßnahme vorhanden waren. Hayek et al. zeigten auf, dass das Baden oder Duschen mit Chlorhexidinpräparaten zu einem geringeren Wundinfektionsrisiko geführt hat (Hayek et al. 1987). Des Weiteren konnten Tanner et al. feststellen, dass durch die präoperative Ganzkörperreinigung zumindest die Keimzahl auf der Haut reduziert werden kann (Tanner et al. 2012). Dem gegenüber stehen Forschungsbemühungen von Chlebicki et al. und Webster und Osborne. Sie sehen keinen Nutzen bezüglich einer Senkung des Wundinfektionsrisikos, wenn Patienten vor der präoperativen Desinfektion zusätzlich eine Ganzkörperreinigung durchführen. Dabei spielt es auch keine Rolle, welche Waschlotion verwendet wird oder wie häufig vor der Operation

geduscht bzw. gebadet wird (Webster und Osborne 2012, Chlebicki et al. 2013).

Im Hinblick auf eine zusätzliche Körperreinigung vor der eigentlichen chirurgischen Prozedur herrscht also Uneinigkeit in der Fachliteratur. Wenn man jedoch zugrunde legt, dass bei einem Viertel aller Probanden in der FlauBa-Studie weiterhin Keime im Bauchnabel nach der Desinfektion anzutreffen waren, könnte das vorherige explizite Reinigen des Nabels durchaus eine einfache Methode darstellen, die Keimreduktion effektiver zu gestalten. Jedoch ist diese Maßnahme mit Kosten und Zeitaufwand verbunden, da das Krankenhauspersonal die Patienten in das Anwendungsprozedere einweisen muss. Zudem ist fraglich, ob das geforderte Reinigungsschema eingehalten wird. Somit besteht Grund daran zu zweifeln, ob das präoperative Duschen bzw. Baden des Patienten das Risiko einer postoperativen Wundinfektion bedeutend reduzieren kann, zumal auch – mit einer Ausnahme - die Mikroorganismen vor der Desinfektion im Bauchnabel nicht mit den Wundkeimen übereingestimmt haben.

#### **4.5.2 Einfluss des Antiseptikums bei der präoperativen Desinfektion**

Wie bereits im Einleitungsteil (vgl. 1.3.2.2.2) dieser Arbeit beschrieben, liegen mehrere unterschiedliche Meinungen vor, was das effektivste Präparat zur präoperativen Hautdesinfektion des Operationsgebiets darstellt. Sofern keine Unverträglichkeit gegenüber eines der Inhaltsstoffe vorlag, wurde bei allen Studienteilnehmern am Klinikum rechts der Isar München ein alkoholbasiertes Polyvidon-Präparat (Braunoderm ©) verwendet.

Im Hinblick auf die Reduktion postoperativer Wundinfektionen sehen jedoch - wie oben bereits erwähnt - eine Vielzahl von Autoren Vorteile in der Anwendung von Chlorhexidin-Alkohol-Präparaten gegenüber Polyvidon-Iod-Agenzien (Darouiche et al. 2010, Lee et al. 2010, Noorani et al. 2010). Nun ist es jedoch schwierig dieser These bedingungslos zuzustimmen, denn mit einer Wundinfektionsrate von 7,5 % in der FlauBa-Studie liegt man weit unter der Infektionsrate, die Darouiche et al. für Polyvidon-Präparate (16,1 %) in ihrer

Forschungsarbeit beschrieben haben. Man unterbietet sogar die Wundinfektionsrate von 9 % bei Anwendung von Chlorhexidin enthaltenden Antiseptika (Darouiche et al. 2010). Hinzu kommt, dass es Autoren gibt, die Polyvidon-Iod-Präparate bevorzugen oder darin zumindest keine erhöhte Wundinfektionsgefahr erkennen können (Swenson et al. 2009, Tschudin-Sutter et al. 2012).

Diese widersprüchlichen Ergebnisse führen Kamel et al. in ihrer jüngsten Übersichtsarbeit auf die Heterogenität der Studien zurück. Antiseptische Reinigungen vor einer Laparotomie können generell das Wundinfektionsrisiko reduzieren, jedoch kann keine Aussage darüber getroffen werden, welche antiseptische Lösung für das jeweilig vorliegende Keimspektrum am effektivsten ist (Kamel et al. 2012). Alle genannten Studien bezogen sich generell auf chirurgische Eingriffe. Jedoch liegt bisher keine Studie vor, die ausschließlich viszeralchirurgische Operationen analysiert hat. Von Seiten des Robert Koch-Instituts gibt es derzeit auch keine evidenzbasierte Empfehlung bezüglich der Wahl des Antiseptikums zur präoperativen Hautdesinfektion des Operationsgebiets. Sie verweisen jedoch darauf, dass alkoholbasierte Lösungen den wässrigen aufgrund der schneller eintretenden Wirksamkeit auf der Haut überlegen sind (Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention am Robert Koch-Institut 2007).

#### **4.5.3 Einfluss der Desinfektionstechnik**

Bei den Operationen, die im Rahmen dieser Studie durchgeführt wurden, kam ein standardisiertes Verfahren zum Einsatz. Dabei wurden die Patienten nach den anästhesiologischen Maßnahmen aus dem Vorbereitungsraum in den Operationssaal gebracht und dort durch einen Arzt im Operationsgebiet desinfiziert. Das Antiseptikum wurde mehrmals mit Hilfe einer Kornzange und sterilen Tupfern großflächig auf die Haut aufgebracht. Danach erfolgte die Abdeckung mittels steriler Tücher.

Wie bereits im einleitenden Teil dieser Arbeit erläutert, gibt es Autoren, die das sogenannte „Scrub and Paint“-Verfahren zur präoperativen Hautdesinfektion

des Patienten bevorzugen, da eine geringere Wundinfektionsrate im Heilungsverlauf ausgemacht werden konnte (Weed et al. 2011). Diese Aussage wurde jedoch beispielsweise von Ellenhorn et al. widerlegt. In deren Studie wird viel mehr darauf verwiesen, dass Zeit und Geld gespart werden könnten, wenn man auf das sogenannte „Scrub“ verzichtet (Ellenhorn et al. 2005).

Unter dem Aspekt, dass Ellenhorn et al. ihre Untersuchungen an Patienten mit bauchchirurgischem Eingriff durchgeführt haben und kein signifikanten Nutzenfaktor bezüglich der Wundinfektionsrate feststellen konnten, kann man davon ausgehen, dass dies auch in der vorliegenden FlauBa-Studie zu keinem besseren Ergebnis bezüglich der Inzidenz postoperativer Wundinfektionen geführt hätte.

#### **4.6 Kritische Betrachtung der Studie und Ausblick**

In der vorliegenden Forschungsarbeit sollte einerseits überprüft werden, ob Keime aus dem Bauchnabel eine postoperative Wundinfektion auslösen können und andererseits sollte die Wirksamkeit der verwendeten Desinfektionsmittel kontrolliert werden, indem die Erregerspektren vor und nach der präoperativen Desinfektion der Haut verglichen wurden. Nach Betrachtung der Ergebnisse ist anzunehmen, dass die residualen Mikroorganismen aus dem Bauchnabel nach der präoperativ durchgeführten Desinfektion wohl keinen Einfluss auf eine postoperative Wundinfektion haben, zumal nur in einem Fall Keime in der Wunde zu finden waren, die bereits zuvor in beiden präoperativ gewonnenen Abstrichen aus dem Nabel bestimmt werden konnten.

Jedoch sollte man diesem Ergebnis auch kritisch gegenüber stehen und einige mögliche Fehlerquellen in Erwägung ziehen. Zu berücksichtigen ist beispielsweise, dass sowohl bei der Desinfektion der Haut als auch bei der Entnahme der Abstriche aus dem Bauchnabel unterschiedliche Personen agiert haben. Zwar war der Ablauf klar durch Hygiene- bzw. Studienanweisungen vorgegeben, dennoch sind Fehler nicht gänzlich auszuschließen. Denkbar wäre, dass das Desinfektionsmittel nur unzureichend aufgetragen bzw. die Einwirkzeit nicht vollständig eingehalten wurde. Des Weiteren kann ein falsch negatives mikrobiologisches Ergebnis nach der Desinfektion resultieren, wenn

das überschüssige Antiseptikum nicht zureichend mit einem sterilen Tupfer aufgenommen bzw. der Abstrich nicht tief genug aus dem Grund des Bauchnabels entnommen wurde. Zudem könnten Verunreinigungen der Abstriche durch Dritte ein falsch positives Ergebnis verursacht haben. Auch bei der Analyse der Proben in der Mikrobiologie stellt sich die Frage, ob alle Ergebnisse den tatsächlichen Erregerbefund wiedergeben können. Fredricks et al. bezweifelten diese These vehement. Ihrer Meinung nach ist es in vitro nicht möglich, das Mikrobiogramm der Haut in einer Kultur zu reproduzieren. Es bestehe zudem eine signifikante Diskrepanz zwischen molekulargenetisch und kultiviert gewonnenen Keimspektren (Fredricks 2001).

Insgesamt gesehen ist die Anzahl der Studienteilnehmer mit 93 Patienten gering. Somit besteht sicherlich nicht die absolute Gewissheit eine völlige Belanglosigkeit der Mikroorganismen des Bauchnabels im Hinblick auf den Erwerb einer postoperativen Wundinfektion nach laparotomischen Eingriffen zu postulieren. Ein weiterer Grund dafür ist, dass es bis dato keinerlei Vergleichsstudien zu dieser Thematik gibt. Auch sollte in anderen Studienbemühungen gegebenenfalls überprüft werden, wie sich eine Desinfektion mit Chlorhexidin-Präparaten auf das Erregerspektrum nach der antiseptischen Maßnahme auswirkt. Da die Abstriche immer aus dem Bauchnabel entnommen wurden, kann anhand dieser Studie keine Aussage darüber gemacht werden, inwieweit sich das Keimspektrum des Bauchnabels von den angrenzenden Hautarealen unterscheidet. Anlass weiterer Untersuchungen könnte die Frage sein, ob eine gezielte Vorreinigung des Bauchnabels die Keimzahl reduzieren kann.

## 5 Zusammenfassung

Postoperative Wundinfektionen sind weiterhin ein allgegenwärtiges Problem im Klinikalltag und stellen Patienten und Ärzte vor große Schwierigkeiten. Trotz unzähliger Studien und CDC-Leitlinien ist die Inzidenz postoperativer Wundinfektionen immer noch hoch. Zudem ist noch nicht geklärt, inwieweit die Hautflora des Menschen das Infektionsrisiko beeinflusst.

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit 93 Patienten, die sich einer Quer- bzw. Längslaparotomie am Klinikum rechts der Isar München unterzogen haben. Bei allen Studienteilnehmern wurden Abstriche aus dem Bauchnabel vor und unmittelbar nach der antiseptischen präoperativen Hautdesinfektion vorgenommen und in der Mikrobiologie analysiert. Dadurch konnte überprüft werden, welches Erregerspektrum sich vor der Operation auf der Haut befand und inwieweit die desinfizierende Maßnahme eine Keimfreiheit bzw. Keimreduktion hervorrufen konnte. In einem 30-tägigen Zeitraum nach der Operation wurden die Wundverhältnisse der Probanden regelmäßig kontrolliert. Beim Auftreten eines postoperativen Wundinfekts wurde ein weiterer Abstrich entnommen und mit den Keimspektren nach der antiseptischen Desinfektion verglichen.

Insbesondere die Art des Eingriffs bzw. der Erkrankung erhöhten das Risiko einer postoperativen Wundinfektion signifikant. So wiesen sechs von sieben Patienten eine Erkrankung im Gebiet des pankreato-biliären Systems auf ( $p=0,01$ ). Diese Feststellung muss jedoch zumindest aufgrund der geringen Fallzahl in der FlauBa-Studie kritisch betrachtet werden. 42,9 % der Probanden in der Wundinfektionsgruppe, aber nur 5,8 % der Patienten in der Vergleichsgruppe erhielten bereits vor der Operation Antibiotika. In der Gruppe der Wundinfektionen wurde aufgrund einer präoperativen Drainage des Gallen-/Bauchspeicheldrüsengangs, bzw. wegen einer bestehenden Cholangitis antibiotisch abgeschirmt. Dadurch bestand ein signifikanter Zusammenhang zwischen einer präoperativen Antibiose und dem Auftreten einer postoperativen Wundinfektion ( $p=0,01$ ).

Die Analyse der gewonnenen Abstriche ergab folgende Ergebnisse: Bei 75,3 % aller Patienten konnte eine scheinbare Keimfreiheit im Bauchnabel erzielt werden. Etwa 86 % der residenten und 93 % der transienten Keime konnten durch die Desinfektion mit Polyvidon-Iod entfernt werden. Sieben Studienteilnehmer entwickelten innerhalb des 30-tägigen Follow-up-Zeitraums eine Wundinfektion, was einem Anteil von 7,5 % an der Gesamtkohorte entspricht. Auffallend war, dass nur bei einem Patienten mit *S. epidermidis* der identische Keim in der Wunde identifiziert werden konnte, welcher auch vor und nach der präoperativen Desinfektion im Bauchnabel verblieben war. *Staphylococcus epidermidis* tritt sehr häufig auf der Haut auf und ist bei gesunden Menschen als harmlos einzustufen. Fünf Wundinfektionspatienten hatten Erreger in der Wunde, die jedoch zuvor nicht im Bauchnabel ausgemacht werden konnten.

Allerdings muss das analysierte Erregerspektrum nach der Hautdesinfektion kritisch betrachtet werden. Aufgrund der Ansammlung des Antiseptikums im Bauchnabel ist nicht auszuschließen, dass das Desinfektionsmittel am Abstrichträger das mikrobiologische Spektrum falsch negativ beeinflusst. Dennoch ist davon auszugehen, dass die Keime im Bauchnabel nicht mit dem Auftreten einer postoperativen Wundinfektion in Zusammenhang zu bringen sind, da das Erregerspektrum in sechs von sieben Fällen sowohl vor als auch nach der antiseptischen Hautdesinfektion nicht mit den Keimen in der Wunde übereingestimmt hat.

## 6 Literaturverzeichnis

- Ambiru, S., Kato, A., Kimura, F., Shimizu, H., Yoshidome, H., Otsuka, M., Miyazaki, M. Poor postoperative blood glucose control increases surgical site infections after surgery for hepato-biliary-pancreatic cancer: a prospective study in a high-volume institute in Japan. *J Hosp Infect* 68 (2008) 230-233
- Angarita, F.A., Acuna, S.A., Torregrosa, L., Tawil, M., Escallon, J., Ruiz, A. Perioperative variables associated with surgical site infection in breast cancer surgery. *J Hosp Infect* 79 (2011) 328-332
- Bibel, D.J., Lovell, D.J. Skin flora maps: a tool in the study of cutaneous ecology. *J Invest Dermatol* 67 (1976) 265-269
- Broex, E.C., van Asselt, A.D., Bruggeman, C.A., van Tiel, F.H. Surgical site infections: how high are the costs? *J Hosp Infect* 72 (2009) 193-201
- Brown, E., Wenzel, R.P., Hendley, J.O. Exploration of the microbial anatomy of normal human skin by using plasmid profiles of coagulase-negative staphylococci: search for the reservoir of resident skin flora. *J Infect Dis* 160 (1989) 644-650
- Chlebicki, M.P., Safdar, N., O'Horo, J.C., Maki, D.G. Preoperative chlorhexidine shower or bath for prevention of surgical site infection: a meta-analysis. *Am J Infect Control* 41 (2013) 167-173
- Chuang, S.C., Lee, K.T., Chang, W.T., Wang, S.N., Kuo, K.K., Chen, J.S., Sheen, P.C. Risk factors for wound infection after cholecystectomy. *J Formos Med Assoc* 103 (2004) 607-612
- Classen, D.C., Evans, R.S., Pestotnik, S.L., Horn, S.D., Menlove, R.L., Burke, J.P. The timing of prophylactic administration of antibiotics and the risk of surgical-wound infection. *N Engl J Med* 326 (1992) 281-286
- Culver, D.H., Horan, T.C., Gaynes, R.P., Martone, W.J., Jarvis, W.R., Emori, T.G., Banerjee, S.N., Edwards, J.R., Tolson, J.S., Henderson, T.S., et al. Surgical wound infection rates by wound class, operative procedure, and patient risk index. National Nosocomial Infections Surveillance System. *Am J Med* 91 (1991) 152S-157S
- Cypionka, H. Humanpathogen Mikroben und Viren. In: "Grundlagen der Mikrobiologie", H. Cypionka (Hrsg.), Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 2006, 3. Auflage, 267-269
- Daabiss, M. American Society of Anaesthesiologists physical status classification. *Indian J Anaesth* 55 (2011) 111-115

- Dahl, R.M., Wetterslev, J., Jorgensen, L.N., Rasmussen, L.S., Moller, A.M., Meyhoff, C.S., Proxi Trial, G. The association of perioperative dexamethasone, smoking and alcohol abuse with wound complications after laparotomy. *Acta Anaesthesiol Scand* (2014)
- Darouiche, R.O., Wall, M.J., Jr., Itani, K.M., Otterson, M.F., Webb, A.L., Carrick, M.M., Miller, H.J., Awad, S.S., Crosby, C.T., Mosier, M.C., Alsharif, A., Berger, D.H. Chlorhexidine-Alcohol versus Povidone-Iodine for Surgical-Site Antisepsis. *N Engl J Med* 362 (2010) 18-26
- de Boer, A.S., Geubbels, E.L., Wille, J., Mintjes-de Groot, A.J. Risk assessment for surgical site infections following total hip and total knee prostheses. *J Chemother* 13 Spec No 1 (2001) 42-47
- de Lissovoy, G., Fraeman, K., Hutchins, V., Murphy, D., Song, D., Vaughn, B.B. Surgical site infection: incidence and impact on hospital utilization and treatment costs. *Am J Infect Control* 37 (2009) 387-397
- Dindo, D., Demartines, N., Clavien, P.A. Classification of surgical complications: a new proposal with evaluation in a cohort of 6336 patients and results of a survey. *Ann Surg* 240 (2004) 205-213
- Dronge, A.S., Perkal, M.F., Kancir, S., Concato, J., Aslan, M., Rosenthal, R.A. Long-term glycemic control and postoperative infectious complications. *Arch Surg* 141 (2006) 375-380
- Ellenhorn, J.D., Smith, D.D., Schwarz, R.E., Kawachi, M.H., Wilson, T.G., McGonigle, K.F., Wagman, L.D., Paz, I.B. Paint-only is equivalent to scrub-and-paint in preoperative preparation of abdominal surgery sites. *J Am Coll Surg* 201 (2005) 737-741
- Fredricks, D.N. Microbial ecology of human skin in health and disease. *J Investig Dermatol Symp Proc* 6 (2001) 167-169
- Friess, H., Kleeff, J., Fischer, L., Muller, M., Buchler, M.W. Surgical standard therapy for cancer of the pancreas. *Chirurg* 74 (2003) 183-190
- Fritsch, P. Infektionskrankheiten der Haut. In: "Dermatologie und Venerologie für das Studium", P. Fritsch (Hrsg.), Springer Medizin Verlag, Heidelberg, 2009, Auflage, 139-140
- Fry, D.E. Fifty ways to cause surgical site infections. *Surg Infect (Larchmt)* 12 (2011) 497-500
- Gastmeier, P., Geffers, C. Nosocomial infections in Germany. What are the numbers, based on the estimates for 2006? *Dtsch Med Wochenschr* 133 (2008) 1111-1115

- Geffers, C., Sohr, D., Gastmeier, P. Mortality attributable to hospital-acquired infections among surgical patients. *Infect Control Hosp Epidemiol* 29 (2008) 1167-1170
- Golubovic, V., Golubovic, S. ASA score as prognostic criterion for incidence of postoperative complications after transhiatal esophagectomy. *Coll Antropol* 26 (2002) 149-153
- Gundermann, K.O. Hautdesinfektion vor Operationen und Punktionen. *Operat.Orthop.Traumatol.* 2 (1990) 145-147
- Hachenberg, T., Senturk, M., Jannasch, O., Lippert, H. Postoperative wound infections. Pathophysiology, risk factors and preventive concepts. *Anaesthesist* 59 (2010) 851-866
- Hadaway, L.C. Skin flora and infection. *J Infus Nurs* 26 (2003) 44-48
- Hamzaoglu, I., Baca, B., Boler, D.E., Polat, E., Ozer, Y. Is umbilical flora responsible for wound infection after laparoscopic surgery? *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech* 14 (2004) 263-267
- Hayek, L.J., Emerson, J.M., Gardner, A.M. A placebo-controlled trial of the effect of two preoperative baths or showers with chlorhexidine detergent on postoperative wound infection rates. *J Hosp Infect* 10 (1987) 165-172
- Hendley, J.O., Ashe, K.M. Effect of topical antimicrobial treatment on aerobic bacteria in the stratum corneum of human skin. *Antimicrob Agents Chemother* 35 (1991) 627-631
- Hennessey, D.B., Burke, J.P., Ni-Dhonocho, T., Shields, C., Winter, D.C., Mealy, K. Preoperative hypoalbuminemia is an independent risk factor for the development of surgical site infection following gastrointestinal surgery: a multi-institutional study. *Ann Surg* 252 (2010) 325-329
- Herwaldt, L.A. Staphylococcus aureus nasal carriage and surgical-site infections. *Surgery* 134 (2003) 2-9
- Hopf, H.W., Hunt, T.K., West, J.M., Blomquist, P., Goodson, W.H., 3rd, Jensen, J.A., Jonsson, K., Paty, P.B., Rabkin, J.M., Upton, R.A., von Smitten, K., Whitney, J.D. Wound tissue oxygen tension predicts the risk of wound infection in surgical patients. *Arch Surg* 132 (1997) 997-1004
- Horan, T.C., Andrus, M., Dudeck, M.A. CDC/NHSN surveillance definition of health care-associated infection and criteria for specific types of infections in the acute care setting. *Am J Infect Control* 36 (2008) 309-332
- Hulcr, J., Latimer, A.M., Henley, J.B., Rountree, N.R., Fierer, N., Lucky, A., Lowman, M.D., Dunn, R.R. A jungle in there: bacteria in belly buttons are highly diverse, but predictable. *PLoS One* 7 (2012) e47712

- Imai, E., Ueda, M., Kanao, K., Kubota, T., Hasegawa, H., Omae, K., Kitajima, M. Surgical site infection risk factors identified by multivariate analysis for patient undergoing laparoscopic, open colon, and gastric surgery. *Am J Infect Control* 36 (2008) 727-731
- Jeong, S.J., Ann, H.W., Kim, J.K., Choi, H., Kim, C.O., Han, S.H., Choi, J.Y., Peck, K.R., Kang, C.I., Yeom, J.S., Choi, Y.H., Lim, S.K., Song, Y.G., Choi, H.J., Yoon, H.J., Kim, H.Y., Kim, Y.K., Kim, M.J., Park, Y.S., Kim, J.M. Incidence and risk factors for surgical site infection after gastric surgery: a multicenter prospective cohort study. *Infect Chemother* 45 (2013) 422-430
- Kadija, S., Stefanovic, A., Jeremic, K., Tavcar, J., Argirovic, R., Pantovic, S. Malignant disease as a risk factor for surgical site infection. *Clin Exp Obstet Gynecol* 39 (2012) 53-56
- Kamel, C., McGahan, L., Polisena, J., Mierzwinski-Urban, M., Embil, J.M. Preoperative skin antiseptic preparations for preventing surgical site infections: a systematic review. *Infect Control Hosp Epidemiol* 33 (2012) 608-617
- Kappstein, I. Die vier häufigsten Infektionen– Postoperative Infektionen im Operationsgebiet („Wundinfektionen“). In: "Nosokomiale Infektionen: Prävention, Labor-Diagnostik, Antimikrobielle Therapie", I. Kappstein (Hrsg.), W. Zuckerschwerdt Verlag, München-Wien-New York, 2004, 3. Auflage, 99-112
- Kaye, K.S., Schmit, K., Pieper, C., Sloane, R., Caughlan, K.F., Sexton, D.J., Schmader, K.E. The effect of increasing age on the risk of surgical site infection. *J Infect Dis* 191 (2005) 1056-1062
- Keighley, M.R., Flinn, R., Alexander-Williams, J. Multivariate analysis of clinical and operative findings associated with biliary sepsis. *Br J Surg* 63 (1976) 528-531
- Khan, M., Rooh ul, M., Zarin, M., Khalil, J., Salman, M. Influence of ASA score and Charlson Comorbidity Index on the surgical site infection rates. *J Coll Physicians Surg Pak* 20 (2010) 506-509
- Kigera, J.W., Straetemans, M., Vuhaka, S.K., Nagel, I.M., Naddumba, E.K., Boer, K. Is there an increased risk of post-operative surgical site infection after orthopaedic surgery in HIV patients? A systematic review and meta-analysis. *PLoS One* 7 (2012) e42254
- Kikuchi, M., Yano, K. Lint in the belly button. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 62 (2009) 282-283
- Kimura, F., Shimizu, H., Yoshidome, H., Ohtsuka, M., Kato, A., Yoshitomi, H., Nozawa, S., Furukawa, K., Mitsuhashi, N., Sawada, S., Takeuchi, D.,

- Ambiru, S., Miyazaki, M. Increased plasma levels of IL-6 and IL-8 are associated with surgical site infection after pancreaticoduodenectomy. *Pancreas* 32 (2006) 178-185
- Kirkland, K.B., Briggs, J.P., Trivette, S.L., Wilkinson, W.E., Sexton, D.J. 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
- Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention am Robert Koch-Institut Anforderungen der Hygiene bei Operationen und anderen invasiven Eingriffen. *Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz* 43 (2000) 644-648
- Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention am Robert Koch-Institut Prevention of postoperative surgical wound infection: recommendations of the Hospital Hygiene and Infection Prevention Committee of the Robert Koch Institute. *Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz* 50 (2007) 377-393
- Lee, I., Agarwal, R.K., Lee, B.Y., Fishman, N.O., Umscheid, C.A. Systematic review and cost analysis comparing use of chlorhexidine with use of iodine for preoperative skin antisepsis to prevent surgical site infection. *Infect Control Hosp Epidemiol* 31 (2010) 1219-1229
- 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
- Lindstrom, D., Sadr Azodi, O., Wladis, A., Tonnesen, H., Linder, S., Nasell, H., Ponzer, S., Adami, J. Effects of a perioperative smoking cessation intervention on postoperative complications: a randomized trial. *Ann Surg* 248 (2008) 739-745
- Lizan-Garcia, M., Garcia-Caballero, J., Asensio-Vegas, A. Risk factors for surgical-wound infection in general surgery: a prospective study. *Infect Control Hosp Epidemiol* 18 (1997) 310-315
- Mangram, A.J., Horan, T.C., Pearson, M.L., Silver, L.C., Jarvis, W.R. Guideline for prevention of surgical site infection, 1999. Hospital Infection Control Practices Advisory Committee. *Infect Control Hosp Epidemiol* 20 (1999) 250-278
- Marples, M.J. The normal microbial flora of the skin. *Soc Appl Bacteriol Symp Ser* 3 (1974) 7-12
- McConnell, Y.J., Johnson, P.M., Porter, G.A. Surgical site infections following colorectal surgery in patients with diabetes: association with postoperative hyperglycemia. *J Gastrointest Surg* 13 (2009) 508-515

- Merle, V., Germain, J.M., Chamouni, P., Daubert, H., Froment, L., Michot, F., Teniere, P., Czernichow, P. Assessment of prolonged hospital stay attributable to surgical site infections using appropriateness evaluation protocol. *Am J Infect Control* 28 (2000) 109-115
- Meyer-Rohn, J. The Bacterial Flora of Diseased and Healthy Human Skin. *Journal of the Society of Cosmetic Chemists* 17 (1966) 287-297
- Mullen, J.T., Davenport, D.L., Hutter, M.M., Hosokawa, P.W., Henderson, W.G., Khuri, S.F., Moorman, D.W. Impact of body mass index on perioperative outcomes in patients undergoing major intra-abdominal cancer surgery. *Ann Surg Oncol* 15 (2008) 2164-2172
- Noorani, A., Rabey, N., Walsh, S.R., Davies, R.J. Systematic review and meta-analysis of preoperative antisepsis with chlorhexidine versus povidone-iodine in clean-contaminated surgery. *Br J Surg* 97 (2010) 1614-1620
- Nußbaum, B., Popp, W. Zastrow, K.-D. (2013). Was zuerst – Steriler Kittel oder präoperative Hautantiseptik?  
(<http://www.krankenhausthygiene.de/informationen/hygiene-tipp/hygienetipp2013/432>) Stand: 25.05.2014
- Nychytailo, M., Malyk, S.V., Osipov, O.S., Kravchenko, S.P. Peculiarities of the blood microcirculation in the anterior abdominal wall in patients with excessive body mass. *Klin Khir* (2012) 27-29
- Penel, N., Lefebvre, D., Fournier, C., Sarini, J., Kara, A., Lefebvre, J.L. Risk factors for wound infection in head and neck cancer surgery: a prospective study. *Head Neck* 23 (2001) 447-455
- Perencevich, E.N., Stone, P.W., Wright, S.B., Carmeli, Y., Fisman, D.N., Cosgrove, S.E., Society for Healthcare Epidemiology of, A. Raising standards while watching the bottom line: making a business case for infection control. *Infect Control Hosp Epidemiol* 28 (2007) 1121-1133
- Pisters, P.W., Hudec, W.A., Hess, K.R., Lee, J.E., Vauthey, J.N., Lahoti, S., Rajiman, I., Evans, D.B. Effect of preoperative biliary decompression on pancreaticoduodenectomy-associated morbidity in 300 consecutive patients. *Ann Surg* 234 (2001) 47-55
- Plowman, R. The socioeconomic burden of hospital acquired infection. *Euro Surveill* 5 (2000) 49-50
- Price, P.B. The bacteriology of normal skin; a new quantitative test applied to a study of the bacterial flora and the disinfectant action of mechanical cleansing. *J Infect Dis* 63 (1938) 301-318
- Raka, L., Krasniqi, A., Hoxha, F., Musa, R., Mulliqi, G., Krasniqi, S., Kurti, A., Dervishaj, A., Nuhiu, B., Kelmendi, B., Limani, D., Tolaj, I. Surgical site

- infections in an abdominal surgical ward at Kosovo Teaching Hospital. *World Hosp Health Serv* 44 (2008) 32-36
- Ramcharan, A.A., den Heijer, C., Smeets, E.E., Rouflart, M.M., van Tiel, F.H., Bruggeman, C.A., Breukink, S.O., Tordoir, J.H., Baeten, C.G., Stobberingh, E.E. Microbiology of surgical site infections after gastrointestinal surgery in the south region of The Netherlands. *Future Microbiol* 9 (2014) 291-298
- Ressort Pflege/MTT (Hrsg.), U.B. (2011). Leitlinie Wundmanagement. ([http://www.unispital-basel.ch/fileadmin/unispitalbaselch/Ressorts/Entw\\_Gesundheitsberufe/Abteilungen/Leitlinie\\_Wundmanagement/LLgesamtokument.pdf](http://www.unispital-basel.ch/fileadmin/unispitalbaselch/Ressorts/Entw_Gesundheitsberufe/Abteilungen/Leitlinie_Wundmanagement/LLgesamtokument.pdf)) Stand: 01.06.2014
- Rindi, G., Falconi, M., Klersy, C., Albarello, L., Boninsegna, L., Buchler, M.W., Capella, C., Caplin, M., Couvelard, A., Doglioni, C., Delle Fave, G., Fischer, L., Fusai, G., de Herder, W.W., Jann, H., Komminoth, P., de Krijger, R.R., La Rosa, S., Luong, T.V., Pape, U., Perren, A., Ruzniewski, P., Scarpa, A., Schmitt, A., Solcia, E., Wiedenmann, B. TNM staging of neoplasms of the endocrine pancreas: results from a large international cohort study. *Journal of the National Cancer Institute* 104 (2012) 764-777
- Robert Koch-Institut: Nationales Referenzzentrum für die Surveillance von nosokomialen Infektionen. (2011). Definition nosokomialer Infektionen (CDC-Definitionen).
- Roth, R.R., James, W.D. Microbial ecology of the skin. *Annu Rev Microbiol* 42 (1988) 441-464
- Scheithauer, S., Hafner, H., Lemmen, S.W. The current pathogen spectrum--what are we fighting against? *Orthopade* 41 (2012) 6-10
- Serradori, T., Germain, A., Scherrer, M.L., Ayav, C., Perez, M., Romain, B., Palot, J.P., Rohr, S., Peyrin-Biroulet, L., Bresler, L. The effect of immune therapy on surgical site infection following Crohn's Disease resection. *Br J Surg* 100 (2013) 1089-1093
- Shinkawa, H., Takemura, S., Uenishi, T., Sakae, M., Ohata, K., Urata, Y., Kaneda, K., Nozawa, A., Kubo, S. Nutritional risk index as an independent predictive factor for the development of surgical site infection after pancreaticoduodenectomy. *Surg Today* 43 (2013) 276-283
- Shirahatti, R.G., Joshi, R.M., Vishwanath, Y.K., Shinkre, N., Rao, S., Sankpal, J.S., Govindrajulu, N.K. Effect of pre-operative skin preparation on post-operative wound infection. *J Postgrad Med* 39 (1993) 134-136

- Sohn, T.A., Yeo, C.J., Cameron, J.L., Pitt, H.A., Lillemoe, K.D. Do preoperative biliary stents increase postpancreaticoduodenectomy complications? *J Gastrointest Surg* 4 (2000) 258-267
- Sorensen, L.T. Wound healing and infection in surgery. The clinical impact of smoking and smoking cessation: a systematic review and meta-analysis. *Arch Surg* 147 (2012) 373-383
- Statistisches Bundesamt. (2011). Fallpauschalenbezogene Krankenhausstatistik (DRG-Statistik) Operationen und Prozeduren der vollstationären Patientinnen und Patienten in Krankenhäusern. ([https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Gesundheit/Krankenhaeuser/FallpauschalenKrankenhaus2120640117004.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Gesundheit/Krankenhaeuser/FallpauschalenKrankenhaus2120640117004.pdf?__blob=publicationFile)) Stand: 24.09.2013
- Steinbrecher, E., Sohr, D., Hansen, S., Nassauer, A., Daschner, F., Ruden, H., Gastmeier, P. Surveillance of postoperative wound infections: reference data of the Hospital Infection Surveillance System (KISS). *Chirurg* 73 (2002) 76-82
- Steinhauser, G. The nature of navel fluff. *Med Hypotheses* 72 (2009) 623-625
- Swenson, B.R., Hedrick, T.L., Metzger, R., Bonatti, H., Pruett, T.L., Sawyer, R.G. Effects of preoperative skin preparation on postoperative wound infection rates: a prospective study of 3 skin preparation protocols. *Infect Control Hosp Epidemiol* 30 (2009) 964-971
- Talmor, M., Barie, P.S. Microbiota in "austere" environments: belly button banter and other (navel) fluff. *Surg Infect (Larchmt)* 12 (2011) 427-428
- Talmor, M., Barie, P.S. Microbiota in "austere" environments: belly button banter and other (navel) fluff. *Surg Infect (Larchmt)* 12 (2011) 427-428
- Tang, R., Chen, H.H., Wang, Y.L., Changchien, C.R., Chen, J.S., Hsu, K.C., Chiang, J.M., Wang, J.Y. Risk factors for surgical site infection after elective resection of the colon and rectum: a single-center prospective study of 2,809 consecutive patients. *Ann Surg* 234 (2001) 181-189
- Tanner, J., Gould, D., Jenkins, P., Hilliam, R., Mistry, N., Walsh, S. A fresh look at preoperative body washing. *J Infect Prev* 13 (2012) 11-15
- Tschudin-Sutter, S., Frei, R., Egli-Gany, D., Eckstein, F., Valderrabano, V., Dangel, M., Battegay, M., Widmer, A.F. No risk of surgical site infections from residual bacteria after disinfection with povidone-iodine-alcohol in 1014 cases: a prospective observational study. *Ann Surg* 255 (2012) 565-569
- Valentine, R.J., Weigelt, J.A., Dryer, D., Rodgers, C. Effect of remote infections on clean wound infection rates. *Am J Infect Control* 14 (1986) 64-67

- van der Gaag, N.A., Rauws, E.A., van Eijck, C.H., Bruno, M.J., van der Harst, E., Kubben, F.J., Gerritsen, J.J., Greve, J.W., Gerhards, M.F., de Hingh, I.H., Klinkenbijn, J.H., Nio, C.Y., de Castro, S.M., Busch, O.R., van Gulik, T.M., Bossuyt, P.M., Gouma, D.J. Preoperative biliary drainage for cancer of the head of the pancreas. *N Engl J Med* 362 (2010) 129-137
- Voitk, A.J., Tsao, S.G. The umbilicus in laparoscopic surgery. *Surg Endosc* 15 (2001) 878-881
- Wacha, H. Wound infections in abdominal surgery: aetiology, risk factors, antibiotic prophylaxis. *Zentralbl Chir* 132 (2007) 400-410
- Webster, J., Osborne, S. Preoperative bathing or showering with skin antiseptics to prevent surgical site infection. *Cochrane Database Syst Rev* 9 (2012) CD004985
- Weed, S., Bastek, J.A., Sammel, M.D., Beshara, M., Hoffman, S., Srinivas, S.K. Comparing postcesarean infectious complication rates using two different skin preparations. *Obstet Gynecol* 117 (2011) 1123-1129
- Wenzel, R.P., Perl, T.M. The significance of nasal carriage of *Staphylococcus aureus* and the incidence of postoperative wound infection. *J Hosp Infect* 31 (1995) 13-24
- Widmer, A.F., Battegay, M. Postoperative wound infections: essentials for the internal medicine. *Internist (Berl)* 51 (2010) 142-153
- World Health Organization. (2013). Obesity and overweight (Fact sheet No. 311). (<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/>) Stand: 25.05.2014
- Zhang, L., Liu, B.C., Zhang, X.Y., Li, L., Xia, X.J., Guo, R.Z. Prevention and treatment of surgical site infection in HIV-infected patients. *BMC Infect Dis* 12 (2012) 115