

Aus dem Institut für Medizinische Mikrobiologie und Hygiene

der Medizinischen Fakultät

der Universität des Saarlandes, Homburg/Saar

**Ermittlung des Diagnostikstandards von Blutkulturen
ausgewählter Stationen am Universitätsklinikum des
Saarlandes und Durchführung verschiedener Maßnahmen
zur Optimierung der Blutkulturdiagnostik**

Dissertation zum Erlangen des Grades eines Doktors der Medizin

der Medizinischen Fakultät

der Universität des Saarlandes

2024

Vorgelegt von: Elisabeth Nesar

Geboren am: 08.07.1996 in Chemnitz

Tag der Promotion: 07.11.2025

Dekan: Univ-Prof. Dr. M. Hannig

Berichterstatter: Prof. Dr. Dr. S. L. Becker
Prof. Dr. J. Geisel

Inhalt

Abkürzungsverzeichnis.....	5
Abbildungsverzeichnis	6
Tabellenverzeichnis.....	7
1. Zusammenfassung.....	8
1.1 Zusammenfassung in deutscher Sprache.....	8
1.2 Zusammenfassung in englischer Sprache/Summary	9
2. Einleitung	11
2.1 Bedeutung der Blutkulturdiagnostik.....	11
2.2 Indikationen zur Blutkulturentnahme.....	11
2.3 Arten von Blutkulturen	13
2.4 Häufige Probleme bei der Blutkulturdiagnostik.....	14
3. Material und Methoden	16
3.1 Vorbetrachtungen.....	16
3.2 Aufbau der Studie.....	16
3.3 Erfassung der Blutkulturflaschen	19
3.3.1 Allgemeines.....	19
3.3.2 Positive Blutkulturflaschen	20
3.4 Personalschulung.....	20
3.4.1 Schulung mit Einführung des BD Vacutainer®	21
3.4.2 Online-Schulung	22
3.4.3 Fragebögen	22
3.5 Einführung neuer Maßnahmen	23
3.5.1 BD Vacutainer®	23
3.5.2 Etiketten zur Dokumentation des Entnahmeortes.....	23
3.5.3 Kitteltaschenkarten.....	24
3.5.4 Volumenmarkierung.....	24
3.5.5 Wöchentliche Rückmeldungen an die Stationen.....	25
4. Ergebnisse.....	26
4.1 Patientenklientel	26
4.1.1 Alter	26
4.1.2 Geschlecht	26
4.1.3 Diagnose	27

4.1.4	Entzündungsparameter.....	28
4.2	Charakteristika entnommener Blutkulturen.....	29
4.3	Entnahmelokalisationen.....	33
4.4	Indikationsstellung.....	35
4.5	Füllvolumina.....	36
4.5.1	Allgemeines.....	36
4.5.2	Korrelation mit Time to Positivity.....	40
4.6	Erregerspektrum.....	40
4.6.1	Allgemeines.....	40
4.6.2	Mycosis-Flaschen.....	43
4.6.3	Kontaminationen.....	43
4.7	MRE-Status.....	43
4.8	Antibiotikaverbrauch.....	45
4.9	Verweildauer und Outcome der Patientinnen und Patienten.....	47
4.10	Personalschulung und -befragung.....	49
4.10.1	Basischarakteristika des geschulten Personals.....	50
4.10.2	Wissenserwerb.....	51
4.10.3	Umsetzung eingeführter Maßnahmen.....	57
5.	Diskussion.....	61
5.1	Patientenklientel.....	61
5.2	Charakteristika entnommener Blutkulturen.....	63
5.3	Entnahmelokalisationen.....	65
5.4	Indikationsstellung.....	65
5.5	Füllvolumina.....	66
5.6	Erregerspektrum.....	68
5.7	MRE-Status.....	70
5.8	Antibiotikaverbrauch.....	71
5.9	Verweildauer und Outcome der Patientinnen und Patienten.....	72
5.10	Personalschulung und -befragung.....	73
5.10.1	Wissensermittlung.....	74
5.10.2	Evaluation der Maßnahmen.....	78
6.	Literaturverzeichnis.....	81
7.	Anlagen.....	88
	Anlage 1 Schulungen.....	88
	Anlage 1.1 Foliensatz im Rahmen der Personalschulung.....	88

Anlage 1.2 Zusätzliche Folien auf der chirurgischen Interventionsstation.....	91
Anlage 2 Fragebögen	92
Anlage 2.1 Fragebogen vor Schulung.....	92
Anlage 2.2 Fragebogen nach Schulung mit BD Vacutainer®.....	96
Anlage 2.3 Fragebogen nach Schulung ohne BD Vacutainer®.....	101
Anlage 2.4 Abschlussfragebogen mit BD Vacutainer®	106
Anlage 2.5 Abschlussfragebogen ohne BD Vacutainer®.....	113
Anlage 3 Rückmeldungsbogen.....	120
8. Publikation/Dank.....	121
8.1 Publikation und Kongressbeiträge.....	121
8.1.1 Publikation.....	121
8.1.2 Abstract und Posterbeitrag	121
8.1.3 Abstract und Vortrag.....	121
8.2 Danksagung	121
9. Lebenslauf	122

Abkürzungsverzeichnis

BK	Blutkultur
BSI	Blutstrominfektion
CONS	Koagulase-negative Staphylokokken
CRP	C-reaktives Protein
ICU I	Intensivstation mit Intervention
ICU C	Kontrollstation zu ICU I
IL-6	Interleukin 6
IMMH	Institut für Medizinische Mikrobiologie und Hygiene
i.v.	intravenös
MRE	Multiresistente Erreger
MRGN	Multiresistente Gram-negative Erreger
MRSA	Methicillin-resistenter <i>Staphylococcus aureus</i>
NCU I	Normalstation mit Intervention
NCU C	Kontrollstation zu NCU I
n.b.	nicht bestimmt
NPS	Natrium-Polyanetholsulfonat
NZR	Nachbeobachtungszeitraum
PCT	Procalcitonin
S.	<i>Staphylococcus</i>
SOFA	Sequential organ failure assessment
sp.	species
spp.	species pluralis
UKS	Universitätsklinikum des Saarlandes
USA	Vereinigte Staaten von Amerika
ÜZR	Übergangszeitraum
VRE	Vancomycin-resistente Enterokokken
ZR 1	Messzeitraum 1
ZR 2	Messzeitraum 2
ZVK	Zentraler Venenkatheter

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Algorithmus zur Indikationsstellung von Blutkulturen	13
Abbildung 2: Studienskizze	18
Abbildung 3: Liste der in der Datenbank erfassten Parameter.....	18
Abbildung 4: Liste der im zweiten Messzeitraum zusätzlich erfassten Parameter.....	19
Abbildung 5: Etikett zur Angabe der Entnahmelokalisation	24
Abbildung 6: Kitteltaschenkarte mit Informationen zur Blutkulturdiagnostik.....	24
Abbildung 7: Verteilung der Diagnosen insgesamt und auf den jeweiligen Stationen.....	28
Abbildung 8: Flowchart	30
Abbildung 9: BK-Flaschen mit Erregerwachstum	31
Abbildung 10: Arten von Blutkulturflaschen mit und ohne Erregerwachstum in den jeweiligen Zeiträumen auf den jeweiligen Stationen.....	33
Abbildung 11: Erregerwachstum und Kontamination in Abhängigkeit von der Entnahmelokalisation.....	34
Abbildung 12: Hauptindikationen zur Blutkulturentnahme insgesamt und auf den jeweiligen Stationen.....	36
Abbildung 13: Füllvolumina in Abhängigkeit von Flaschentypen	39
Abbildung 14: Füllvolumina der Mycosis-Flaschen auf den Intensivstationen aus Plastik und Glas im Vergleich.....	40
Abbildung 15: Nachgewiesene multiresistente Erreger im Gesamtzeitraum.	44
Abbildung 16: Antibiotikaverbrauch der jeweiligen Stationen im Vergleich von ZR 1 und ZR 2 2021 mit den entsprechenden Zeiträumen 2020.....	46
Abbildung 17: Outcome der Patientinnen und Patienten auf den jeweiligen Stationen im Gesamtzeitraum mit jeweiligem Anteil positiver Blutkulturen im Verlauf des Aufenthalts (pBK)	48
Abbildung 18: Outcome der Patientinnen und Patienten auf den jeweiligen Stationen im Gesamtzeitraum bei mindestens einer positiven Blutkulturepisode im Verlauf des Aufenthalts.....	49
Abbildung 19: Anzahl der Teilnehmenden und Nicht-Teilnehmenden aufgeschlüsselt für die jeweilige Berufsgruppe an vollständiger Schulung und Befragung nach Ende des Zeitraums 2	50
Abbildung 20: Antworten von ärztlichem Personal und Pflegepersonal auf ausgewählte Fragen vor und nach der Schulung sowie bei der Abschlussbefragung.....	57
Abbildung 21: Bewertung der eingeführten Maßnahmen.....	59

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Kategorisierung der Diagnosen	27
Tabelle 2: Mediane Leukozytenwerte in 10 ⁹ /l.....	28
Tabelle 3: Mediane CRP-Werte in mg/l.....	29
Tabelle 4: Mediane PCT-Werte in ng/ml.....	29
Tabelle 5: Mediane IL-6-Werte in pg/ml.....	29
Tabelle 6: Kontaminationsrate bezogen auf Sets in %.....	31
Tabelle 7: Anteil der Krankenhausaufenthalte mit positiven Blutkulturepisoden in %	32
Tabelle 8: Durchschnittliche Anzahl positiver Blutkulturepisoden in einem Aufenthalt	32
Tabelle 9: Entnahmelokalisationen in Zeitraum 1 und 2 anteilig in %.....	34
Tabelle 10: Entnahmelokalisationen in Übergangszeitraum und Nachbeobachtungszeitraum anteilig in %	34
Tabelle 11: Kategorisierung der Indikationen zur Blutkulturentnahme.	35
Tabelle 12: Füllvolumina in ml und Time to Positivity in Minuten in Abhängigkeit des Flaschentyps	38
Tabelle 13: Anzahl identifizierter Erreger.....	42
Tabelle 14: Allgemeine Informationen zum MRE-Status. Anzahl und Anteil an Gesamtzahl der Aufenthalte auf den jeweiligen Stationen in %	44
Tabelle 15: Multiresistente Erreger in Blutkulturen.....	45
Tabelle 16: Antibiotikaverbrauch der jeweiligen Stationen in den jeweiligen Zeiträumen. Anzahl der Bestellungen der jeweiligen Antibiotika im Jahr 2021.	46
Tabelle 17: Basischarakteristika der Teilnehmenden und allgemeine Informationen zur Blutkulturentnahme auf den Interventionsstationen	51
Tabelle 18: Anteile in % von richtigen und teilweise richtigen Antworten bei den einzelnen Befragungen.....	52
Tabelle 19: Bewertung der gegebenen Antworten bei der Personalbefragung.....	57
Tabelle 20: Nutzung und Bewertung der eingeführten Maßnahmen.	58
Tabelle 21: Bewertung des BD Vacutainer®	60

1. Zusammenfassung

1.1 Zusammenfassung in deutscher Sprache

Blutstrominfektionen und Sepsis weisen eine hohe Morbidität und Mortalität auf, die eine optimale Diagnostik erfordern. Diese erfolgt vordergründig mithilfe der Entnahme von Blutkulturen, deren korrekte Durchführung als interdisziplinärer Prozess einen entscheidenden Einfluss auf das weitere diagnostische und therapeutische Vorgehen hat. Hierbei sind Aspekte wie Hygiene, die richtige Indikationsstellung, Art und Anzahl entnommener Blutkulturen, die Entnahmelokalisation und das Blutvolumen bedeutsam, um eine schnelle Erregeridentifikation zu gewährleisten und Kontaminationen zu minimieren. Dies ermöglicht eine gezielte Antibiotikatherapie, die zu einem verbesserten Outcome für Patientinnen und Patienten, zu einer geringeren Resistenzentwicklung sowie zu einer Verringerung der Kosten für das Gesundheitssystem beiträgt.

Am Universitätsklinikum des Saarlandes wurde 2021 eine achtmonatige Studie auf jeweils zwei Interventionsstationen mit zugehörigen Kontrollstationen zur Evaluation der Blutkulturdiagnostik durchgeführt. Eine über einen Monat stattfindende Personalschulung sowie die Einführung von Informationskarten für die Kitteltasche, Etiketten zur Dokumentation der Entnahmelokalisation, Markierungen zur Identifikation des korrekten Füllvolumens und wöchentliche Rückmeldungen stellten den zentralen Bestandteil dieser Studie dar. Zudem wurde auf einer der Interventionsstationen der BD Vacutainer® als zusätzliches Entnahmewerkzeug bereitgestellt. Sowohl vor als auch im Anschluss an den Schulungszeitraum wurden über jeweils drei Monate und etwa zwei Monate nach Beendigung dieser Messung nochmals über einen Monat die Blutvolumina in den Blutkulturflaschen gemessen sowie weitere Informationen und Parameter vergleichend erhoben. Jeweils vor, direkt nach der Schulung und im Anschluss an den zweiten dreimonatigen Messzeitraum wurde den Teilnehmenden ein anonymer Fragebogen zur Ermittlung von Ablauf und Wissen bezüglich der Blutkulturdiagnostik vorgelegt. In der letzten Befragung erfolgte ebenso eine subjektive Evaluation der durchgeführten Maßnahmen.

Insgesamt wurden 9362 Blutkulturflaschen von 787 Patientinnen und Patienten analysiert. Im Vergleich der beiden Messzeiträume vor und nach der Schulung zeigte sich auf beiden Interventionsstationen eine gesunkene Kontaminationsrate (4,9 % vs. 2,1 %; 2,2 % vs. 0,4 %), welche jedoch auf einer der beiden Stationen im Beobachtungszeitraum nach der Schulung wieder anstieg. Zudem konnte auf einer Interventionsstation eine signifikante Verringerung arterieller zugunsten zentraler beziehungsweise auf der anderen Interventionsstation eine Verringerung zentraler zugunsten peripherer Blutkulturentnahmen festgestellt werden. Die Füllvolumina der Blutkulturflaschen sowie der Antibiotikaverbrauch änderten sich hingegen nur geringfügig. 134 Mitglieder des Personals wurden geschult. Auf beiden Interventionsstationen

zeigte sich ein ähnlicher Wissenserwerb nach der Schulung, ebenso wie ein ähnlicher, jedoch im Vergleich zum Zuwachs geringerer Wissensverlust im Verlauf. Unterschiede zwischen den einzelnen Berufsgruppen bezüglich bestimmter Themen wurden deutlich. Die durchgeführten Maßnahmen erhielten überwiegend gute Bewertungen durch das Personal, wobei Schulung und Informationskarten am besten abschnitten. Im Gegensatz hierzu wurde der BD Vacutainer® aufgrund mangelnder Praktikabilität vorrangig negativ bewertet.

Die auf beiden Interventionsstationen gesunkenen Kontaminationsraten sind mit großer Wahrscheinlichkeit durch die durchgeführte Personalschulung erklärbar. Der festgestellte Wissensverlust im Verlauf zeigt die Notwendigkeit wiederholter Schulungsangebote, deren Inhalte den betreffenden Berufsgruppen angepasst werden sollten, da Kenntnisse zur Blutkulturentnahme nicht in jedem Fall vorausgesetzt werden können. Ebenso sollte neues Personal bei Arbeitsbeginn eine Schulung diesbezüglich erhalten. Der Einsatz des BD Vacutainer® ist wegen geringer Adhärenz seitens des Personals nur eingeschränkt analysierbar. Jedoch konnte gezeigt werden, dass eine Nutzung dieses zusätzlichen Entnahmewerkzeuges nicht notwendig ist, um eine Verringerung der Kontaminationsrate zu erzielen. Zusammenfassend konnte in dieser Studie die Unverzichtbarkeit individueller Wissensvermittlung als Kernelement einer optimierten Blutkulturdiagnostik demonstriert werden.

1.2 Zusammenfassung in englischer Sprache/Summary

Bloodstream infections and sepsis are characterised by high morbidity and mortality, which require optimal diagnostics. This is primarily done by collecting blood cultures, the correct performance of which as an interdisciplinary process has a decisive influence on the further diagnostic and therapeutic procedure. Aspects such as hygiene, the correct indication, type and number of blood cultures taken, sampling localisation and blood volume are important in order to ensure rapid pathogen identification and to minimise contamination. This enables targeted antibiotic therapy, which contributes to an improved outcome for patients, less development of antimicrobial resistance and a reduction in costs for the healthcare system.

In 2021, an eight-month study was conducted at Saarland University Hospital on two intervention wards, with corresponding control wards. The central components of this study were staff training over the course of a month and the introduction of information cards for the pocket, labels to document the localisation of collection, markings to identify the correct filling volume and weekly feedback. In addition, the BD Vacutainer® was provided as an additional sampling tool at one of the intervention wards. Both before and after the training period, the blood volumes and other information and parameters were collected over a period of three months. Over a period of one month approximately two months after the end of this measurement data collection was performed again and compared with the other periods.

Before, directly after the training and following the second three-month measurement period, the participants were given an anonymous questionnaire to determine the procedure and knowledge regarding blood culture diagnostics. The final survey also included a subjective evaluation of the measures carried out.

A total of 9362 blood culture bottles from 787 patients were analysed. A comparison of the two measurement periods before and after the training showed a lower contamination rate on both intervention wards (4.9 % vs. 2.1 %; 2.2 % vs. 0.4 %), although this increased again on one of the two wards during the course of the training. In addition, a significant reduction in arterial blood cultures in favour of central blood cultures was observed on one intervention ward and a reduction in central blood cultures in favour of peripheral blood cultures on the other intervention ward. In contrast, the filling volumes of blood culture bottles and antibiotic consumption changed only slightly. 134 members of staff were trained. Both intervention wards showed a similar level of knowledge acquisition after the training, as well as a similar but lower level of knowledge acquisition compared to the increase in knowledge. Differences between the individual professional groups with regard to certain topics became clear. The measures implemented received predominantly good ratings from the staff, with training and information cards scoring best. In contrast, the BD Vacutainer® was primarily rated negatively due to its lack of practicability.

The reduced contamination rates on both intervention wards can most probably be explained by the staff training that was carried out. The loss of knowledge observed over the course of the programme shows the need for repeated training courses. Their content should be adapted to the professional groups concerned, as knowledge of blood culture collection cannot be assumed in every case. New staff should also receive training in this area when they start work. The use of the BD Vacutainer® can only be analysed to a limited extent due to low adherence on the part of the staff. However, it could be shown that the use of this additional sampling tool is not necessary to achieve a reduction in the contamination rate. In summary, this study demonstrated the indispensability of individual knowledge transfer as a core element of optimised blood culture diagnostics.

2. Einleitung

2.1 Bedeutung der Blutkulturdiagnostik

Blutstrominfektionen (BSI) sind mit einer hohen Morbidität und Mortalität verbunden. Von weltweit schätzungsweise 31,5 Millionen an einer Sepsis erkrankten Menschen pro Jahr versterben 5,3 Millionen [26]. Aus diesem Grund ist es notwendig, die zugrundeliegende Diagnose so früh wie möglich zu identifizieren, wofür Blutkulturen (BK) dem Goldstandard entsprechen. Eine einfache Handhabung in der klinischen Praxis, die schnelle Bearbeitung durch die zuständigen Laboratorien und die hohe Sensitivität der Methode können als mögliche Gründe dafür angeführt werden, dass BK als Standardverfahren genutzt werden [52]. Eine schnelle Erregeridentifikation ermöglicht eine gezielte Antibiotikatherapie und hat somit einen entscheidenden Einfluss auf die Verbesserung des Outcomes von Patientinnen und Patienten [1]. Das unterstreicht die Bedeutung von BK. Der gezielte, Antibiotogramm-gerechte Einsatz von Antibiotika ist zudem wichtig, um der zunehmenden Resistenzentwicklung zu begegnen [39]. Dabei das richtige Maß zu finden, ist oft eine Gratwanderung, wobei antibiotische Übertherapie ein häufiges Problem auf Intensivstationen darstellt [12]. Solch eine exzessive sowie die inadäquate Nutzung kann negative Effekte auf die Genesung von Patientinnen und Patienten haben [12][54]. Dazu gehören unerwünschte Arzneimittelwirkungen (zum Beispiel eine Nephrotoxizität in 25 % der Fälle bei der Gabe von Vancomycin [24]) und die Förderung von Antibiotikaresistenzen, die eine erschwerte zukünftige Therapie zur Folge haben können [33]. Darüber hinaus handelt es sich hierbei auch um einen erheblichen, vermeidbaren Kostenfaktor [55][61].

Zusatzkosten können ebenso Resultat von BK-Kontaminationen sein. Diese bedingen verlängerte Krankenhausaufenthalte [21], deren Akuttherapie und entsprechende Langzeitfolgen personelle Ressourcen und Klinikkapazitäten in Anspruch nehmen. Sie stellen somit eine große Belastung für das Gesundheitswesen dar [30][39].

Daten zur BK-Diagnostik beziehen sich vorrangig auf US-amerikanische oder gesamteuropäische Studien und sind daher nicht direkt auf die Situation im deutschen Gesundheitssystem übertragbar. Daraus ergibt sich der Bedarf weiterer Forschung auf diesem Gebiet in anderen Gesundheitssystemen, wie zum Beispiel in Deutschland.

2.2 Indikationen zur Blutkulturentnahme

Die Begriffe BSI bzw. Bakteriämie und Sepsis werden häufig synonym gebraucht, beziehen sich jedoch auf unterschiedliche Konzepte. BSI bezeichnet das Vorhandensein eines Pathogens im Blut, das eine Infektion verursacht. Wenn es nicht durch eine adäquate Immunantwort kontrolliert wird, kann dies zu einer Sepsis führen. Umgekehrt handelt es sich jedoch auch nicht bei jeder Sepsis um eine BSI [34]. Sepsis wird definiert als eine lebensbedrohliche Organdysfunktion, ausgelöst durch eine fehlregulierte Immunantwort des

Körpers auf eine Infektion [62]. Eine Objektivierung ist mithilfe des Sequential organ failure assessment (SOFA)-Score möglich, welcher Oxygenierungsindex, Kreatinin, Bilirubin, mittleren arteriellen Druck, Katecholaminbedarf, Thrombozytenzahl und Glasgow Coma Scale berücksichtigt. Definitionsgemäß liegt eine Sepsis bei einem Anstieg des SOFA-Scores um mindestens zwei Punkte vor [62][70]. Der Quick SOFA (qSOFA)-Score stellt eine vereinfachte Variante zur Evaluation von Situationen außerhalb von Intensivstationen dar. Hierbei finden lediglich die Atemfrequenz, der systolische Blutdruck und der veränderte mentale Status (z.B. Somnolenz oder Verwirrtheit) Berücksichtigung [62].

Die korrekte Indikationsstellung einer BK-Entnahme kann sich als schwierig erweisen, da Symptome einer Bakteriämie bzw. Sepsis häufig unspezifisch sind. Hierfür existieren derzeit keine spezifischen Leitlinien [22][24]. Deshalb wird die Entscheidung, wann eine Blutkultur indiziert ist, konsensbasiert getroffen, beruhend auf klinischer Erfahrung und Standards. Zu diesen Indikationen zählen Fieber unklarer Genese, Hypothermie, Verdacht auf schwere lokale und systemische Infektionen, Sepsis bzw. septischer Schock und die Verlaufskontrolle bereits nachgewiesener Erreger zur Evaluierung der Effektivität der erfolgten Therapie.

Fabre et al. entwickelten hierzu, basierend auf einer systematischen Analyse verschiedener Studien zu diesem Thema, einen Algorithmus, der von einer interdisziplinären Gruppe des Johns Hopkins Hospital in Baltimore, Maryland, überarbeitet wurde. Dieser bewertet die genannten Indikationen bezüglich ihrer Evidenz und kann daher ebenso als Entscheidungsgrundlage dienen [20] (Abbildung 1). So wird die Entnahme von BK empfohlen bei Verdacht auf schwere Sepsis oder septischen Schock, infektiöse Endokarditis oder endovaskuläre Infektionen. Zur Entnahme von Blutkulturen wird auch geraten bei einer hohen Vortestwahrscheinlichkeit ($> 50\%$) einer Bakteriämie, wie beispielsweise bei katheterassoziierten BSI oder einer Meningitis, und einer intermediären Vortestwahrscheinlichkeit (zwischen 10 und 50 %) in bestimmten Situationen, zum Beispiel bei akuter Pyelonephritis oder schwerer ambulant erworbener Pneumonie. Schüttelfrost wurde ebenfalls als guter Prädiktor für eine Bakteriämie gewertet, wohingegen bei alleinigem Fieber, einer isolierten Leukozytose oder 48 Stunden postoperativ BK nicht indiziert seien, da diese nur selten mit einer Bakteriämie korrelierten. Zur Verlaufskontrolle werden BK nicht uneingeschränkt empfohlen. Ein Beispiel dafür ist die Kontrolle nach einer positiven BK mit Erregernachweis aus der Hautflora ohne passende klinische Symptomatik, die als Kontamination interpretiert wurde [20]. Häufig wird diese Situation in der klinischen Praxis jedoch so gehandhabt, dass weitere Kontroll-BK abgenommen werden, um bei einer eventuellen Fehlinterpretation der vorherigen positiven BK eine tatsächliche BSI nicht zu übersehen.

Einen Rückgang der BK-Entnahmen bei einer gesteigerten Positivitätsrate nach Durchführung einer Intervention zur Indikationsstellung konnte eine Studie von Fabre et al. zur Optimierung der Nutzung von BK zeigen [23].

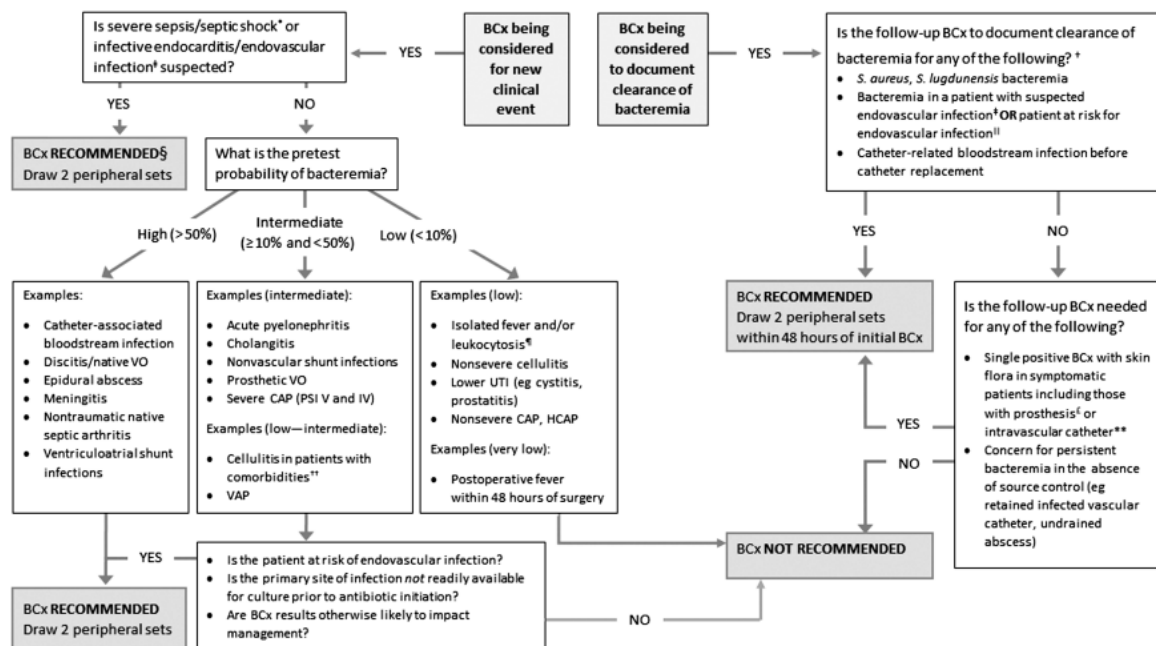


Figure 1. Algorithm for bacterial blood cultures recommendations in nonneutropenic patients. The algorithm is not a substitute for clinical judgment. *Blood culture (BCx) required by US Centers for Medicare and Medicaid Services severe sepsis criteria of the Severe Sepsis and Septic Shock Early Management Bundle. †BCx positive for *Candida* species require routine follow-up blood culture (FUBCx). ‡Septic thrombophlebitis, infected endovascular thrombi, implantable cardioverter defibrillator (ICD)/pacemaker lead infections, intravascular catheter infections, and vascular graft infections. §Consider > 2 sets for suspected endocarditis. ¶Patients at risk of endovascular infection: ICD/pacemaker, vascular graft, prosthetic valves and prosthetic material used for cardiac valve repair, history of infective endocarditis, valvulopathy in heart transplant recipient, unrepaired congenital heart disease, repaired congenital heart disease with residual shunt or valvular regurgitation, or within the first 6 months postrepair. ¶Before ordering BCx, assess the patient's clinical history and perform a physical examination to identify infectious and noninfectious sources for the isolated fever episode and review the potential benefit added by BCx. ¶Prosthesis: joint or intravascular prosthesis. **Routine additional FUBCx for a single BCx with skin flora (eg, coagulase-negative staphylococci) in an immunocompetent patient are not necessary unless bacteremia is suspected or a prosthesis is present. ††Cellulitis in patients with comorbidities: immunocompromised hosts or those at risk of poor outcomes from sequelae from missed *Staphylococcus aureus* bacteremia. Abbreviations: BCx, blood culture; CAP, community-acquired pneumonia; HCAP, healthcare-associated pneumonia; PSI, Pneumonia Severity Index; *S. aureus*, *Staphylococcus aureus*; *S. lugdunensis*, *Staphylococcus lugdunensis*; UTI, urinary tract infection; VAP, ventilator-associated pneumonia; VO, vertebral osteomyelitis.

Abbildung 1: Algorithmus zur Indikationsstellung von Blutkulturen.

Quelle: Fabre et al. (2020) Does This Patient Need Blood Cultures? A Scoping Review of Indications for Blood Cultures in Adult Nonneutropenic Inpatients. Clin Infect Dis <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31942949/>

2.3 Arten von Blutkulturen

Nach allgemeinem Standard werden BK in sogenannten Sets oder Paaren abgenommen. Zu einem Set gehören jeweils eine aerobe und eine anaerobe BK-Flasche, die optimale Wachstumsbedingungen für die Anzucht von aeroben bzw. anaeroben Bakterien aufweisen, womit die Zeit bis zur Detektion eines Erregers verkürzt werden kann. Je nach Indikation können auch andere BK-Flaschen beimpft werden, die beispielsweise speziell zum Nachweis von Pilzen oder Mykobakterien geeignet sind. Auch gibt es spezielle Flaschen für die Diagnostik einer BSI bei Kleinkindern, wenn nur eine besonders geringe Blutmenge zur Verfügung steht.

Die BK-Flaschen enthalten, mit Ausnahme von anaeroben Flaschen mit einem speziellen lytischen Medium und solchen speziell zur Anzucht von Mykobakterien, als Wachstumsmedium für die Erreger eine Casein-Soja-Pepton-Bouillon sowie je nach Art der

BK zusätzliche Inhaltsstoffe. So sind in aeroben und anaeroben BK Kunstharze, sogenannte Resine, hinzugefügt, die im Blut eventuell enthaltene Antibiotika binden sollen. Bei bestimmten anaeroben BK-Flaschen werden hingegen Saponine eingesetzt, die für eine Hämolyse des enthaltenen Blutes sorgen, was die Wachstumsbedingungen für anaerobe Bakterien weiter optimieren soll [76]. Aufgrund dieser besseren Wachstumsbedingungen wird die Nutzung der Saponin-haltigen anaeroben BK (Lytic) gegenüber denen, die Resine enthalten (Standard), bevorzugt [5][57]. In der hier durchgeführten Studie kamen je nach Verfügbarkeit beide anaeroben BK-Flaschen zum Einsatz. Flaschen zur selektiven Anzucht von Pilzen enthalten zusätzlich Hefeextrakt sowie die Antibiotika Chloramphenicol und Tobramycin [76]. Diese wurden, ebenso nach Verfügbarkeit, bei der durchgeführten Studie als Glas- oder Plastikflaschen zur Verfügung gestellt. Allen BK ist weiterhin Natrium-Polyanetholsulfonat (NPS) zugesetzt, das hemmend auf die Blutgerinnung wirkt, da eine potenzielle Thrombenbildung zu einer Verschlechterung der Nachweisrate führen kann. NPS hemmt außerdem in geringem Maße die Lysozymaktivität, Komplementaktivierung und Phagozytose. Das Wachstum einiger Erreger kann verringert werden, die positiven Effekte der Substanz überwiegen jedoch [48].

2.4 Häufige Probleme bei der Blutkulturdiagnostik

Eine korrekte Erregeridentifikation ist essenziell für eine effektive antimikrobielle Therapie. Hierbei gibt es in der klinischen Praxis jedoch Fallstricke, die nicht selten zu einer therapeutischen Verzögerung führen.

Mangelnde Händehygiene seitens des Personals und unzureichende Desinfektion bzw. Kontamination der Haut der Patientinnen und Patienten an der für die BK-Entnahme bestimmten Lokalisation stellen ein häufiges Problem dar, da dies zu einer Kontamination der BK mit auf der Haut residenten Mikroorganismen führen kann. Solche Kontaminationen sind mit verschiedenen negativen Auswirkungen verbunden. Literaturangaben zufolge sollte die Kontaminationsrate unter 3 % liegen, um unnötige Therapien zu vermeiden [39][72]. Wie in Studien aus Israel und den Vereinigten Staaten von Amerika (USA) gezeigt werden konnte, kann eine inadäquate oder verzögerte Therapie mit zusätzlich durchgeführten Untersuchungen, nachfolgenden BK sowie einem durchschnittlich um etwa zwei Tage verlängerten Klinikaufenthalt einhergehen [38]. Dies kann wiederum in Folgeerkrankungen und einem schlechteren Outcome für Patientinnen und Patienten resultieren, ebenso wie in erheblich höheren Kosten für die Krankenhäuser. So kann laut einer Studie von Dempsey et al. eine kontaminierte BK zusätzliche Ausgaben zwischen 2923 und 5812 US-Dollar verursachen, direkte Kosten, die ausschließlich Pharmazie und Mikrobiologie berücksichtigen, können sich auf 305 bis 1389 US-Dollar belaufen [18].

Auch die Lokalisation für eine BK-Entnahme ist von Bedeutung, wenn es um eine Vermeidung von Kontaminationen geht. In verschiedenen Studien konnte gezeigt werden, dass zentral abgenommene BK aus zentralen Venenkathetern (ZVK), arteriellen Kathetern oder Portkathetern häufiger mit Kontaminationen behaftet sind als solche, die direkt aus peripheren Venen entnommen werden, weshalb die periphere Entnahme vorrangig erfolgen sollte [16][35][49]. In speziellen Situationen, beispielsweise bei Verdacht auf eine Katheterinfektion, sollte, um diese besser identifizieren zu können, zusätzlich dennoch eine BK aus dem betreffenden Katheter entnommen werden. So kann eine Steigerung der Sensitivität der BK-Diagnostik erreicht werden, insbesondere auch bei immunsupprimierten Patientinnen und Patienten [58][72].

Weiterhin konnte nachgewiesen werden, dass auch die Anzahl der abgenommenen BK zur Verringerung der Falsch-negativ- bzw. Falsch-positiv-Raten führt und somit durch Minimierung klinischer Fehlinterpretationen die Sensitivität deutlich steigern kann [2]. So beträgt laut Wilson et al. die Sensitivität bei der Entnahme eines BK-Sets nur 67,4 %, bei zwei Sets 81,8 % und bei drei Sets 95,6 % [72]. Eine spanische Studie zeigte zudem, dass durch die unterlassene Entnahme eines dritten BK-Sets 7,5 % Episoden mit Erregerwachstum potenziell unentdeckt bleiben können [13].

Eine Zunahme der Sensitivität kann ebenso erreicht werden, indem auf ein bestimmtes Blutvolumen bei der Beimpfung der BK-Flaschen geachtet wird, da dieses in hohem Maße zu einem optimalen Erregerwachstum beiträgt [29][36]. Ein häufiges Problem stellt hierbei die unzureichende Befüllung der Flaschen dar, die zu falsch-negativen Ergebnissen führen und dadurch auch die Therapie verzögern kann [14]. Bei unterfüllten Flaschen treten außerdem häufiger Kontaminationen auf [29]. Genauso sind jedoch auch Flaschen mit einem zu hohen Blutvolumen problematisch, da hier die Blutbestandteile lysieren können, wodurch ein erhöhter Kohlenstoffdioxidgehalt in den bebrüteten Flaschen detektiert und die Flaschen aufgrund dessen als positiv gemeldet werden [65]. Zudem können Erreger nachgewiesen werden, die in einer eigentlich nicht zu einer BSI führenden Menge vorhanden sind, was in einer unnötigen antimikrobiellen Therapie resultieren kann.

3. Material und Methoden

3.1 Vorbetrachtungen

Am Institut für Medizinische Mikrobiologie und Hygiene des Universitätsklinikum des Saarlandes (UKS) wurden vom 01.02.2021 bis 31.08.2021 die BK von vier Stationen analysiert. Dies basierte primär auf Erhebung des Flaschengewichtes und der Erregeridentifikation. Vom 08.11.2021 bis 07.12.2021 erfolgte eine Nachbeobachtungsphase. Bei den Interventionsstationen, auf denen die hier beschriebenen Maßnahmen durchgeführt wurden, handelte es sich um eine internistische Normalstation (NCU I) mit Überwachungsmöglichkeiten und eine chirurgische Intensivstation (ICU I) sowie jeweils eine zugeordnete Kontrollstation aus Innerer Medizin (NCU C) und Chirurgie (ICU C).

Die Auswahl der Stationen war anhand der Vorjahreswerte und entsprechender Analysen bezüglich der Gesamtmenge abgenommener BK und der Frage potenzieller Kontaminationen anhand des Leitkeimes *Staphylococcus epidermidis*, ein typischer Vertreter der residenten Hautflora, erfolgt.

Vor Beginn der Datenerhebung wurden von jedem Blutkulturmedium jeweils zehn Flaschen von drei unterschiedlichen Chargen gewogen, aus denen Mittelwert sowie Standardabweichung berechnet wurden. Die so ermittelten Werte wurden herangezogen, um die Füllvolumina der Blutkulturflaschen standardisiert bewerten zu können. Weiterhin wurde das Gewicht von dem zu entfernenden Deckel sowie etwaigen Aufklebern, die sich auf einer Flasche befinden können, erhoben, was ebenfalls in der Berechnung der Füllvolumina Berücksichtigung fand.

3.2 Aufbau der Studie

Die durchgeführte Interventionsstudie umfasste vier Zeiträume: Februar bis April 2021 (Zeitraum 1 (ZR 1); Messung), Mai 2021 (Übergangszeitraum (ÜZR); Personalschulung), Juni bis August 2021 (Zeitraum 2 (ZR 2); Messung) und November/Dezember 2021 (Nachbeobachtungszeitraum (NZR); Messung). Von allen vier Stationen wurden im ZR 1 die BK erfasst und gewogen, um den Stand der BK-Diagnostik vor Beginn der Intervention zu evaluieren (Abbildung 2). Die Masse diente dabei zur Volumenberechnung der Blutfüllung, wobei die Dichte des Blutes vereinfacht mit der von Wasser (1 g/cm^3) gleichgesetzt wurde. Jede Flasche wurde in eine Excel-Datenbank (Microsoft Office Professional Plus 2016, Redmond, USA) eingetragen, gemeinsam mit Informationen zur Entnahme der BK sowie Merkmalen der Flasche und allgemeinen Daten (Abbildung 3). Sofern eine Flasche positiv geworden war, wurde sowohl die Erregeridentifikation erfasst als auch eine Resistenz hinsichtlich multiresistenter Gram-negativer Erreger (MRGN) oder Methicillin-resistenter *Staphylococcus aureus* (MRSA)/Vancomycin-resistenter Enterokokken (VRE).

Zwei der Stationen wurden zur Intervention ausgewählt, die beiden anderen zur entsprechenden Kontrollgruppe. Bei den beiden Interventionsstationen handelte es sich zum einen um eine hämatologische Normalstation mit dem Schwerpunkt Knochenmarktransplantation (NCU I), zum anderen um eine interdisziplinäre operative Intensivstation (ICU I). Als Kontrollstation für die NCU I diente eine Normalstation der Klinik für Hämatologie und Onkologie (NCU C), für die interdisziplinäre operative Intensivstation wurde zum Vergleich eine Intensivstation der Herz-Thorax-Chirurgie (ICU C) ausgewählt.

Anschließend an die erste dreimonatige Messphase erfolgten innerhalb eines Monats Personalschulungen auf den beiden Interventionsstationen und es wurden Maßnahmen zur Vereinfachung der BK-Diagnostik eingeführt. Sowohl vor der Schulung als auch direkt im Anschluss an diese wurden die Teilnehmenden gebeten, einen Fragebogen auszufüllen, der anonymisiert allgemeine Informationen zur befragten Person und zur Durchführung der BK-Diagnostik auf der jeweiligen Station beinhaltet. Außerdem wurde in zehn Multiple-Select-Fragen grundsätzliches Wissen zur BK-Diagnostik abgefragt. Während dieser Zeit wurden die BK-Flaschen wie zuvor erfasst, aufgrund der laufenden Personalschulungen wurde dieser Monat jedoch als Übergangszeit gewertet und gesondert ausgewertet. Im Zeitraum 2 (Zeitraum nach Intervention) erfolgten Messungen nach vorherigem Standard und zusätzlicher Erhebung der neuen Maßnahmen in die Datenbank (Abbildung 4).

Eine Rückmeldung erfolgte mittels wöchentlicher Statistiken, die dem Leitungsteam der Interventionsstationen zugesandt wurden, um so eine direkte Rückkopplung zur angewandten BK-Diagnostik zu vermitteln (Anlage 3).

Im Monat Juli wurde über einen zweiwöchigen Zeitraum bei einem täglichen Rundgang auf der ICU I dem Personal noch einmal die Möglichkeit gegeben, Fragen zur Thematik zu stellen und eventuell aufgetretene Probleme zu klären. Zudem wurden in praktischen Schulungen essenzielle Details der Handhabung des BD Vacutainer® noch einmal wiederholt.

Nach Beendigung des zweiten Messzeitraumes wurde das Personal der teilnehmenden Stationen erneut befragt. Hierbei wurde analog zu den ersten beiden Fragebögen das Wissen zur BK-Diagnostik abgefragt, außerdem aber auch die Erfahrungen mit den Neuerungen und deren subjektive Bewertung.

Zur Evaluation der Nachhaltigkeit der durchgeführten Maßnahmen wurde nach zwei Monaten ein Nachbeobachtungszeitraum angeschlossen, bei dem die BK analog zu ZR 1 und 2 untersucht wurden.

Die Analyse wurde mithilfe von Microsoft Excel (Version 2208, Microsoft 365, Redmond, USA), die Signifikanzberechnungen mithilfe von GraphPad Prism (Version 6.04, GraphPad Software, San Diego, USA) durchgeführt. Eine Ereigniszeitanalyse (Survival analysis) unter Verwendung einer Weibull-Verteilung, deren Ergebnisse im Kapitel 4.5.1 dargelegt werden, wurde anhand der von Waitzberg et al. beschriebenen Methode durchgeführt [71].

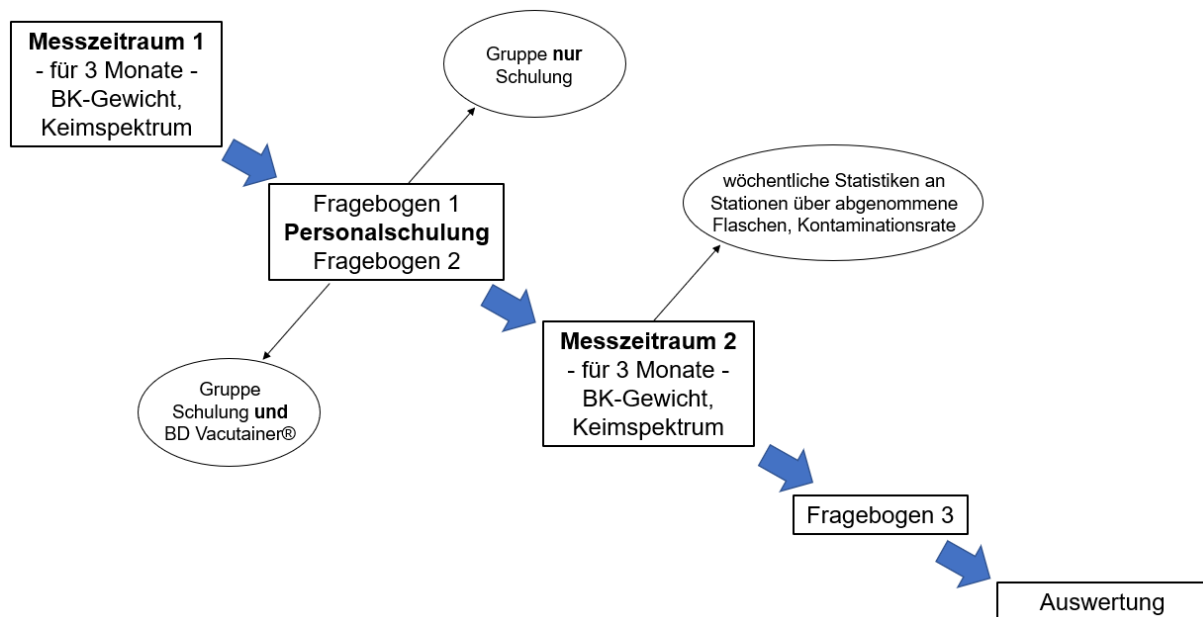


Abbildung 2: Studien-skizze.

Daten zur Flasche

- Art der Blutkultur
- Gewicht der Flasche (g)
- Blutvolumen in der Flasche (ml)
- Material der Flasche (Glas/Plastik)
- vorhandene Aufkleber auf der Flasche: Order-Entry-, Labor-, Namens-, Flaschenetikett
- Art der Additivflaschen

Daten zur Probenerfassung

- Tagesnummer
- Nummern der Additivflaschen
- Datum und Uhrzeit der Auftragseingabe
- Datum und Uhrzeit des Laboreingangs
- Wochentag der Blutkulturentnahme
- Anzahl der abgenommenen Sets an dem Tag
- Handelt es sich um Kontrollflaschen nach positiver Blutkultur
- Initialkeim bei Entnahme von Kontrollflaschen
- Satellitenflasche
- Material in der Flasche
- Bebrütungsdauer (d)
- Kontrollflaschen eingesandt?

Ergebnisse

- positiv/negativ
- Time to Positivity
- angezüchtete Erreger
- Wertung als Kontamination nach erfolgter klinischer Beratung
- Gramfärbung
- Multiresistente Erreger in der Blutkultur
- falsch-positiv?
- Nachweis multiresistenter Erreger in diesem Aufenthalt bei dem Patienten/der Patientin
- ambulante oder nosokomiale Infektion
- weitere positive Blutkulturen in dem Aufenthalt

Klinische Informationen

- Station
- Entnahmelokalisation
- Geschlecht des Patienten/der Patientin
- Stationsart
- Material, das am gleichen Tag angefordert wurde
- Verweildauer des Patienten/der Patientin zum Zeitpunkt der Blutkulturentnahme (d)
- Datum und Uhrzeit der Aufnahme des Patienten/der Patientin
- Datum und Uhrzeit der Entlassung des Patienten/der Patientin
- Gesamtverweildauer des Patienten/der Patientin (d)
- Outcome des Patienten/der Patientin
- Antibiotikawechsel nach klinischer Beratung erfolgt?
- Laborparameter zum Entnahmezeitpunkt: Leukozyten (10⁹/l), CRP (mg/l), PCT (ng/ml), IL 6 (pg/ml)
- Diagnosen

Abbildung 3: Liste der in der Datenbank erfassten Parameter.

- Entnahmeort auf dem Etikett
- Volumenstrich auf der Flasche vorhanden?
- Wurde dieses Blutvolumen nach Eichstrich erreicht?
- Etikett zur Entnahmelokalisation auf der Flasche vorhanden?
- Etikett zur Entnahmelokalisation vollständig ausgefüllt?

Abbildung 4: Liste der im zweiten Messzeitraum zusätzlich erfassten Parameter.

3.3 Erfassung der Blutkulturflaschen

3.3.1 Allgemeines

Am UKS werden BK-Flaschen von BD BACTEC™ (Becton, Dickinson and Company, Franklin Lakes, USA) verwendet, standardmäßig BD BACTEC™ PLUS - Aerob/F sowie BD BACTEC™ PLUS - Anaerob/F und BD BACTEC™ Lytic/10 - Anaerob/F je nach Lieferbarkeit sowie je nach Indikation auch BD BACTEC™ - Mycosis IC/F, BD BACTEC™ - Myco/F - Lytic und BD BACTEC™ - PEDS - PLUS/F. Die BK wurden in Brutschränken des BD BACTEC™ FX-Systems (Seriennummern: FT1098, FT3324, FT3391) standardisiert über sechs bis sieben Tage bei einer Temperatur von 35 ± 1 °C inkubiert. Wenn von Seiten der anfordernden Station ein Verdacht auf eine Endo-, Myo-, oder Perikarditis bei der Indikationsstellung angegeben wurde, wurde die Inkubationsdauer auf 14 Tage erhöht. Über Sensoren im Brutschrank und im Boden der BK-Flasche wurde der Kohlenstoffdioxidgehalt in der BK gemessen. Sobald bei diesem eine relevante Veränderung detektiert wurde, wurde die BK-Flasche automatisch als positiv gemeldet.

Zu jeder BK-Flasche, die in die Datenbank aufgenommen wurde, wurden neben allgemeinen Merkmalen der Flasche, wie Art, Material und Anzahl auf ihr befindlicher Aufkleber, auch Auftragseingabe, Laboreingang, Indikationsstellung, Wochentag und Lokalisation der Entnahme erfasst. Alle BK-Flaschen wurden mit der Waage METTLER PJ3000 (Mettler-Toledo GmbH, Gießen) gewogen, um das in ihnen befindliche Blutvolumen berechnen zu können. Die Masse der positiv gemeldeten Flaschen wurde durch das Laborpersonal vor Entnahme des BK-Inhaltes zur Weiterverarbeitung erfasst, die negativen Flaschen wurden gesammelt und am Ende des Tages gewogen. Zudem wurden den Flaschen Patientendaten wie Geschlecht, Diagnose, MRE-Status, Aufnahme- und Entlassungszeitpunkt mit Outcome sowie Entzündungsparameter zum Zeitpunkt der Entnahme der BK zugeordnet. Hierbei wurde, sofern bestimmt, die Anzahl der Leukozyten, das C-reaktive Protein (CRP), das Procalcitonin (PCT) und das Interleukin-6 (IL-6) erfasst. Zusätzlich wurden zugehörige Additivflaschen, die Anzahl der an dem Tag bei der jeweiligen Patientin oder dem jeweiligen Patienten abgenommenen BK, die Anzahl der positiven BK-Episoden in dem jeweiligen Aufenthalt und ob es sich um eine Kontrollflasche nach positiver BK oder um eine Satellitenflasche handelt, dokumentiert. Unter Satellitenflaschen wurden die BK subsummiert, die außerhalb der Öffnungszeiten des Institutes für Medizinische Mikrobiologie und Hygiene

(IMMH) in das Zentrallabor eingeschickt wurden, um dort ohne zeitliche Verzögerung in einem Brutschrank inkubiert zu werden. Am folgenden Tag erfolgte der Transport in das IMMH zur Weiterbebrütung.

3.3.2 Positive Blutkulturflaschen

Von positiven BK wurden zur Erregeridentifikation nach internem Laborstandard Kulturagarplatten, ein Grampräparat und ein Antibiotogramm angefertigt. Bei den Kulturplatten wurden standardisiert unter Nutzung der BD BBL™ Fertigplatten ein TSA-Blutagar verwendet, zur selektiven Anzucht Gram-negativer Bakterien zusätzlich MacConkey-Agar. Bei positiver Meldung einer Selektiv-BK-Flasche wurde entsprechend zur Anzucht von Anaerobiern Columbia-Agar verwendet sowie für Pilze ein Candida-Chromagar und für Mykobakterien u.a. ein Löwenstein-Jensen-Medium. Außerdem erfolgte in der Zeit von 7.30 - 14.00 Uhr mittels Massenspektrometrie im BRUKER MALDI Biotyper™ smart (Bruker Corporation, Billerica, USA) eine direkte Identifizierung des Erregers mittels der Sepsityper-Methode.

Die Ergebnisse der endgültigen Erregeridentifikation wurden bei jeder positiven BK in der Datenbank erfasst, außerdem die Bebrütungsdauer bis zur Positivmeldung. Zudem wurde nach telefonisch erfolgter klinischer Beratung die Einschätzung notiert, ob eine Kontamination vorlag, es sich um eine ambulant erworbene oder nosokomiale Infektion handelte und ob bei einer klinischen Beratung durch die Mikrobiologie eine Umstellung der Antibiotikatherapie erfolgte.

3.4 Personalschulung

Die Personalschulungen wurden bei Personalzusammenkünften wie Übergaben oder Besprechungen durchgeführt. Sie dienten der Wissensvermittlung, Vorstellung neuer Maßnahmen und allgemeinen Sensibilisierung des Personals gegenüber der Thematik BK-Diagnostik.

Zu Beginn wurde das Projekt vorgestellt und der Studienaufbau erläutert. Es wurde zunächst ein Überblick über die Verarbeitung der BK im mikrobiologischen Labor gegeben. Dabei wurde dem Stellenwert der richtigen Medienauswahl bei Blutabnahme sowie der Beachtung der optimalen Füllvolumina besondere Bedeutung beigemessen. Darüber hinaus wurden die Indikationen zur Entnahme erläutert.

Nach Standard werden grundsätzlich eine aerobe und eine anaerobe BK abgenommen, diese werden gemeinsam als BK-Set bezeichnet. Auf der ICU I gehörte zum internen Standard-Set auch noch eine Mycosis-BK-Flasche zur Anzucht von Pilzen dazu.

Die Teilnehmenden wurden darüber informiert, dass mit einer Entnahme mehrerer solcher Sets die Sensitivität der BK-Diagnostik gesteigert werden kann [72]. Aus diesem Grund wurde nach Leitlinie die Entnahme von immer drei BK-Sets empfohlen.

Allgemein wurden folgende Grundsätze vermittelt: Grundsätzlich sollten BK aus peripheren Venen entnommen werden, die Entnahme sollte aus unterschiedlichen Venen erfolgen, weshalb pro Set eine Vene punktiert werden sollte. Bei Verdacht auf eine Katheterinfektion ist auch die Entnahme aus einem Katheter sinnvoll. Jedoch sollte auch in diesem Fall direkt im Anschluss eine BK-Entnahme aus mindestens einer peripheren Vene erfolgen, um die Differential Time to Positivity bestimmen zu können. Diese gibt den Zeitunterschied der Positivmeldung zwischen am Katheter entnommener und peripherer BK an. Wird die Katheter-BK primär positiv und der Zeitunterschied beträgt mehr als zwei Stunden zur peripher entnommenen BK, kann von einer Katheterinfektion ausgegangen werden [27]. Routineentnahmen aus Kathetern werden nicht empfohlen, da diese, insbesondere bei arteriellen Kathetern, sehr häufig mit Kontaminationen behaftet sind [50][77].

Es wurde weiterhin auf die Durchführung der BK-Entnahme eingegangen mit besonderem Augenmerk auf das korrekte Füllvolumen, die richtige Reihenfolge der Beimpfung und die hygienische Desinfektion der Membranen der BK-Flaschen und des zu punktierenden Hautareals. Mit selbst angefertigten Fotos von Abklatschplatten wurde verdeutlicht, dass eine Berührung des bereits desinfizierten Hautareals zu vermeiden ist und welche Erregerlast sonst noch als mögliche Kontaminationsquelle bestehen kann. Besonders wurde auf die Einhaltung der empfohlenen Füllvolumina eingegangen, da ein zu geringes Blutvolumen, insbesondere bei der Anzucht anspruchsvoller Bakterien, zu falsch-negativen Befunden führen kann. Umgekehrt kann ein zu großes Blutvolumen falsch-positive Ergebnisse aufgrund eines veränderten Verhältnisses zwischen Blut und Flaschenmedium zur Folge haben [10][78]. Ebenso wurden Hinweise zu Dokumentation und Lagerung gegeben und die verschiedenen Arten der BK-Flaschen mit Indikation und erforderlichem Blutvolumen erläutert (Anlage 1).

3.4.1 Schulung mit Einführung des BD Vacutainer®

Auf der ICU I wurde zusätzlich die BK-Entnahme mithilfe des BD Vacutainer® Push Button-Blutentnahmesets erläutert und auf die umgekehrte Reihenfolge der Beimpfung im Vergleich zur herkömmlichen BK-Entnahme mittels Spritzen hingewiesen. Da sich eine kleine Menge Luft im Schlauch zwischen Kanüle und Vakuumadapter befindet, muss in diesem Fall zuerst die aerobe und danach die anaerobe Flasche befüllt werden, womit vermieden werden kann, dass Luft in die anaerobe Flasche gelangt, was zu einer Beeinträchtigung der Wachstumsbedingungen führen könnte [50]. Hingewiesen wurde zudem darauf, dass die Nutzung dieses Entnahmesystems das Risiko für Verletzungen und Kontaminationen minimieren soll sowie den Materialverbrauch senkt [77] (Anlage 1.1).

3.4.2 Online-Schulung

Für Personal, dem es nicht möglich war, an den Präsenzs Schulungen teilzunehmen, wurden kommentierte Microsoft PowerPoint-Präsentationen (Version 2312, Microsoft 365) digital zur Verfügung gestellt, in denen in gleicher Weise die relevanten Inhalte vermittelt wurden. Die entsprechenden Online-Fragebögen wurden über Microsoft Forms (Online-Version, Microsoft 365) erstellt und konnten vor und nach der Schulung bearbeitet und anonymisiert verschickt werden.

3.4.3 Fragebögen

Jeder der Fragebögen begann mit anonymisierten Angaben zur ausfüllenden Person, wie Alter, Geschlecht und Arbeitsfeld auf der Station, sowie allgemeinen Informationen zur Durchführung der stationsspezifischen BK-Diagnostik, die Auskunft darüber geben, wer entscheidet, wann und wie viele BK abgenommen werden, wer diese abnimmt und wer die Order-Entry-Anforderungen ausfüllt, um einen Auftrag im IMMH zu generieren. Die Fragebögen wurden anonym erhoben und ausgewertet. Eine entsprechende Genehmigung wurde vorab beim Personalrat eingeholt.

3.4.3.1 Fragebogen vor Schulung

In zehn Multiple-Select- und Multiple-Choice-Fragen wurde der Wissensstand zur BK-Diagnostik vor der Schulung abgefragt. Diese hatten Indikation, Lokalisation, den zeitlichen Rahmen der Entnahme, Füllvolumen, den Nutzen unterschiedlicher Flaschenarten, Reihenfolge der Beimpfung der Flaschen, Hygiene, Dokumentation, Transport und die BK-Entnahme am Katheter zum Thema (Anlage 2.1).

3.4.3.2 Fragebogen nach Schulung

Mit der erneuten Befragung des Personals im Anschluss an die Schulung wurde der direkte Wissenserwerb ermittelt. Außerdem wurde abgefragt, ob an einer Präsenz- oder Online-Schulung teilgenommen wurde und ob diese als hilfreich empfunden wurde.

Für die internistische Interventionsstation waren die Wissensfragen identisch zu denen im Fragebogen vor der Schulung (Anlage 2.3).

Der Fragebogen für die chirurgische Interventionsstation beinhaltete eine zusätzliche Wissensfrage zur Reihenfolge der Beimpfung der BK-Flaschen (Anlage 2.2), da sich diese bei der Entnahme mithilfe von Spritzen von der Entnahme mithilfe der BD Vacutainer® Push Button-Blutentnahmesets unterscheidet.

3.4.3.3 Abschlussfragebogen

Auch der Abschlussfragebogen, der dem Personal nach Ende des zweiten Messzeitraumes vorgelegt wurde, beinhaltete noch einmal die gleichen Wissensfragen wie der Fragebogen nach der Schulung. Hier sollte der nachhaltige Wissenserwerb durch die Schulungen ermittelt

werden. Ebenso wurde erneut abgefragt, ob an einer Präsenz- oder Online-Schulung teilgenommen wurde und ob diese als hilfreich empfunden wurde.

Weiterhin sollten die Teilnehmenden angeben, ob und wie häufig die begleitend zu den Personalschulungen eingeführten zusätzlichen Maßnahmen durchgeführt und als sinnvoll empfunden wurden. Die Maßnahmen konnten ihrer subjektiven Nützlichkeit nach geordnet werden. Außerdem konnte im Freitext beschrieben werden, ob sich seit den Personalschulungen etwas bei der BK-Entnahme geändert hatte und was in diesem Zusammenhang für die Zukunft gewünscht wird (Anlage 2.5 Abschlussfragebogen ohne BD Vacutainer®).

3.4.3.3.1 Abschlussfragebogen mit BD Vacutainer®

Zusätzlich zu den bereits genannten Fragen wurde in dem Abschlussfragebogen für die ICU I auf den BD Vacutainer® eingegangen. Hier wurden Schwierigkeitsgrad der Entnahme, Zeitersparnis, Probleme bei der Entnahme, Kontaminationen, Verletzungsrisiko und die persönliche Zufriedenheit mit dem BD Vacutainer® thematisiert (Anlage 2.4).

3.5 Einführung neuer Maßnahmen

3.5.1 BD Vacutainer®

Lediglich auf der ICU I wurde das BD Vacutainer® Push Button-Blutentnahmeset eingeführt, wobei es sich um eine Flügelkanüle mit angeschlossenem Vakuumadapter handelt. Für die Entnahme an Kathetern wurden entsprechende BD Vacutainer® Luer-Adapter zur Verfügung gestellt.

Bei den BD Vacutainer® Push Button-Blutentnahmesets erfolgt der Rückzug der Kanüle per Knopfdruck automatisch, noch während sich diese in der Vene befindet. So soll das Risiko für Nadelstichverletzungen gesenkt werden, ebenso wie die Kontaminationsrate, da hier weniger Arbeitsschritte nötig sind und so ein sterileres Arbeiten erleichtert werden soll [3][77].

3.5.2 Etiketten zur Dokumentation des Entnahmeortes

Zur Lokalisationsdokumentation der BK-Entnahme und zur Vermeidung von Lokalisationsverwechslungen wurden selbst erstellte Etiketten (Abbildung 5) auf alle BK-Flaschen der beiden Interventionsstationen geklebt und im Verlauf neuer Lagerbestand entsprechend neu beklebt.

Die Etiketten beinhalteten die Ankreuzmöglichkeiten „peripher“, „ZVK“, „Shaldon“, „Port“ und „arteriell“, wobei bei „ZVK“ und „Shaldon“ jeweils noch einmal in „jugulär“, „subklavikulär“ und „femoral“ differenziert wurde. Die Möglichkeit „arteriell“ war mit einem Warnsymbol versehen, womit verdeutlicht werden sollte, dass diese Entnahmelokalisation am häufigsten mit Kontaminationen behaftet ist und daher nach Möglichkeit vermieden werden sollte.

<input type="checkbox"/> peripher
<input type="checkbox"/> ZVK <input type="checkbox"/> Shaldon
<input type="checkbox"/> jugulär
<input type="checkbox"/> subklavikulär
<input type="checkbox"/> femoral
<input type="checkbox"/> Port
<input type="checkbox"/> arteriell 

Abbildung 5: Etikett zur Angabe der Entnahmelokalisation.

3.5.3 Kitteltaschenkarten

Nach den Personalschulungen wurden den Teilnehmenden laminierte Karten (Abbildung 6) für die Kitteltasche im DIN A6-Format ausgehändigt. Auf diesen waren die wichtigsten Inhalte der Schulung aufgelistet, genauso wie alle BK-Flaschen, die am UKS erhältlich sind, versehen mit einer kurzen Beschreibung der Indikation, des optimalen Füllvolumens und einem Foto zur Darstellung der Farbcodierung. Es wurde zudem darauf hingewiesen, dass zuerst die aerobe Flasche mit dem Optimalvolumen von 8 ml befüllt werden soll und danach das restliche Blut in die anaerobe Flasche gegeben werden soll, wenn keine ausreichende Blutmenge gewonnen werden konnte [72].

Blutkulturdiagnostik - Kitteltaschenkarte

Wann?

- Fieber unklarer Genese oder Hypothermie
- Schüttelfrost
- V. a. schwere lokale Infektionen (Meningitis, Endokarditis...)
- V.a. systemische Infektionen
- septischer Schock
 - o erhöhte Herzfrequenz, Atemfrequenz
 - o erniedrigter oder erhöhter Blutdruck
- Kontrolle bei nachgewiesener Bakteriämie/Candidämie

Wie?

- 2 bis 3 Blutkultursets aus unterschiedlichen Punktionsstellen
- Haut und Flaschenseptum desinfizieren
- Desinfektionsmittel mind. 30 s einwirken lassen!
- spezifische Füllmenge der Flaschen beachten (s. Rückseite)
- Reihenfolge beachten
 - o Beimpfung mittels Spritzen:
1. anaerob 2. aerob
 - o Beimpfung mittels BD Vacutainer:
1. aerob 2. anaerob

Was ist zu beachten?

- Dokumentation von Patienteninformationen, Datum, Uhrzeit, Punktionsort
- Transport innerhalb 1 h in das Labor (Mikrobiologie 7-17h, Rohrpostnr.: 23912, Zentrallabor 17-7h, Rohrpostnr.: 23014)

Häufige Fehler

- zu geringes oder großes Blutvolumen
- nicht ausreichende Desinfektion

Welche Blutkulturflasche wofür ?

	Name	Indikation	Blut-volumen	Farb-codierung Deckel
Standardflaschen	BD BACTEC TM PLUS - Aerob/F	Aerobier (z.B. Staphylokokken)	8 (-10) ml	grau/blau
	BD BACTEC TM PLUS - Anaerob/F	Anaerobier (z.B. Bacteroides spp.)	8 (-10) ml	orange/golden
Spezialflaschen	BD BACTEC TM Lytic/10 - Anaerob/F	Anaerobier (z.B. Bacteroides spp.)	8 (-10) ml	blauviolett/rotviolett
	BD BACTEC TM - Mycosis - IC/F	Pilze (z.B. Candida spp.)	8 (-10) ml	grün/grau
	BD BACTEC TM MYCO/F - Lytic	Mykobakterien (z.B. TBC)	5 ml	weiß/rot
	BD BACTEC TM - PEDS - PLUS/F	für Säuglinge, Kleinkinder	1-3 ml	rosa/silbern

Nicht ausreichend Blut gewonnen?
Befüllen Sie zuerst die aerobe Flasche mit 8 ml, danach die anaerobe Flasche mit der restlichen Menge!

Quelle: BD

Institut für Medizinische Mikrobiologie und Hygiene, UKS Stand: 04.03.2021

Abbildung 6: Kitteltaschenkarte mit Informationen zur Blutkulturdiagnostik.

3.5.4 Volumenmarkierung

Zur Blutentnahme direkt in die BK-Flasche mithilfe des BD Vacutainer® sollte vor Befüllung eine Volumenmarkierung an der Volumenskala der Flasche angebracht werden. Dies erleichtert die Beimpfung der BK-Flasche, wenn diese aufrecht gehalten wird, da so die

Flasche sofort aus dem BD Vacutainer® entfernt werden kann, wenn das entsprechend markierte Füllvolumen erreicht ist.

3.5.5 Wöchentliche Rückmeldungen an die Stationen

Ab Kalenderwoche 19 wurden wöchentlich Berichte per E-Mail an die Leitungen der beiden Interventionsstationen geschickt, um, sofern sie im Labor objektivierbar waren, eine Rückmeldung zu geben, wie die in den Personalschulungen besprochenen Inhalte umgesetzt wurden.

Auf den Rückmeldungsbögen wurde die Anzahl der im IMMH eingegangenen BK für die jeweilige Station in der betreffenden Woche erfasst, ebenso die Anzahl der Flaschen mit Erregerwachstum und ob nach klinischer Rücksprache eine Wertung als Kontamination erfolgt war, jeweils in Absolut- und Prozentzahlen.

Außerdem wurde das Füllvolumen im Mittelwert für die einzelnen Flaschenarten angegeben, differenziert in positive und negative BK-Flaschen.

Weiterhin wurde der prozentuale Anteil der ausgefüllten Etiketten zur Lokalisation der Entnahme genannt, bei der ICU I zudem der Anteil der Flaschen, die vor der Beimpfung mit Blut mit einem Volumenstrich versehen worden waren (Anlage 3).

4. Ergebnisse

4.1 Patientenklientel

Während der Studie wurden die BK von insgesamt 787 Patientinnen und Patienten untersucht, wovon 306 (38,9 %) auf den Zeitraum 1 (ZR 1), 127 (16,1 %) auf den Übergangszeitraum (ÜZR), 256 (32,5 %) auf den Zeitraum 2 (ZR 2) und 98 (12,5 %) auf den Nachbeobachtungszeitraum (NZR) entfielen.

Bezogen auf die jeweiligen Stationen wurden auf der chirurgischen Intensivstation, auf der die Intervention durchgeführt wurde (ICU I), im ZR 1 bei 126, im ÜZR bei 56, im ZR 2 bei 100 und im NZR bei 35 Patientinnen und Patienten BK abgenommen (40,3 % aller Patientinnen und Patienten). Die Anzahl der Krankenhausaufenthalte weicht teilweise von der Anzahl der behandelten Personen ab. So hatten diese Patientinnen und Patienten im ZR 1 129, im ÜZR 56, im ZR 2 101 und im NZR 35 Aufenthalte. Auf der zugehörigen Kontrollstation (ICU C) fielen diese Zahlen mit 51, 15, 39 und 10 Patientinnen und Patienten (14,6 %) bzw. 51, 15, 40 und 10 Aufenthalten (Zeiträume in gleicher Reihenfolge) geringer aus. Auf der internistischen Interventionsstation (NCU I) wurden die BK von jeweils 42, 20, 44 und 20 Patientinnen und Patienten (16,0 %) mit 55, 20, 58 und 20 Aufenthalten eingeschlossen, wohingegen hier auf der Kontrollstation (NCU C) mit 87, 36, 73 und 33 (29,1 %) mit 103, 36, 88 und 34 Aufenthalten im Vergleich von mehr Patientinnen und Patienten BK abgenommen wurden.

4.1.1 Alter

Bezogen auf alle beobachteten Stationen fand bei Patientinnen und Patienten mit einer Altersspanne zwischen elf und 96 Jahren eine BK-Diagnostik statt. Das mediane Alter betrug auf den verschiedenen Stationen in den unterschiedlichen Zeiträumen zwischen 59 und 72,5 Jahren.

Auf der ICU I waren die Patientinnen und Patienten im Median im ZR 1 und ÜZR 68, im ZR 2 65,5 und im NZR 69 Jahre alt, auf der Kontrollstation 67, 70, 70 und 72,5 Jahre. Auf der NCU I wurden bei vergleichsweise jüngeren Patientinnen und Patienten BK abgenommen, sie waren im Median 60, 61,5, 59 und 62,5 Jahre alt. Die Patientinnen und Patienten der Kontrollstation hatten damit verglichen ein etwas höheres medianes Alter von 67, 64, 64 und 71 Jahren.

4.1.2 Geschlecht

Mit einer Ausnahme wurden auf allen Stationen in allen Zeiträumen mehr männliche Patienten im Zusammenhang mit einer BK-Diagnostik behandelt.

Auf der ICU I betrug das Verhältnis im ZR 1 von männlichen zu weiblichen Patienten 62,7 % zu 37,3 %, die folgenden Zeiträume unterschieden sich nur geringfügig davon mit 64,3 % versus (vs.) 35,7 %, 64,0 % vs. 36,0 % und 62,9 % vs. 37,1 %. Davon unterschieden sich

diese Werte zum Teil deutlich auf der Kontrollstation, bei der Verteilungen von 80,4 % vs. 90,6 % (männlich vs. weiblich), 80,0 % vs. 20,0 %, 66,7 % vs. 33,3 % und 90,0 % vs. 10,0 % festgestellt werden konnten. Auch bei den internistischen Stationen waren hierbei Unterschiede erkennbar. Auf der NCU I zeigten sich Verhältnisse von 61,9 % vs. 38,1 % im ZR 1, einer Gleichverteilung männlichen und weiblichen Geschlechts im ÜZR sowie ZR 2 und 80,0 % vs. 20,0 % im NZR; auf der NCU C Verteilungen von 64,4 % vs. 36,8 %, 55,6 % vs. 44,4 %, 61,6 % vs. 38,4 % und 69,7 % vs. 30,3 %.

4.1.3 Diagnose

Zur besseren Übersicht wurden die Hauptdiagnosen der Patientinnen und Patienten der jeweiligen Stationen in Gruppen klassifiziert, die jeweils bestimmten Fachgebieten bzw. Organsystemen zugeordnet wurden. Unter „Sonstiges“ wurden selten aufgetretene Erkrankungen eingeordnet (Tabelle 1).

Fachgebiet/Organsystem	Zugeordnete Erkrankungen (Beispiele)
Kardiovaskulär	Endokarditis, Herzinsuffizienz, Herzklappenvitien, Herzrhythmusstörungen, Kardiomyopathie, Koronare Herzerkrankung, Myokardinfarkt, vaskuläre Erkrankungen
Hämatologisch/onkologisch	Benigne Neoplasie, Karzinome, Leukämien, Lymphome, sonstige hämatologische Diagnosen (z.B. myelodysplastisches Syndrom)
Lunge + Gastrointestinaltrakt	Gastrointestinale Infektionen (z.B. Cholangitis), gastrointestinale Blutung, Ileus, Pneumonie, sonstige pneumologische Erkrankungen (z.B. COPD)
Infektionen	COVID-19, HIV, Katheterinfektionen, Knochen-/Weichteilinfektionen, Peritonitis, Sepsis
Nervensystem	Hirnblutungen, Hirninfarkte, Krampfanfälle, Meningitis
Frakturen/traumatologisch	Frakturen unterschiedlicher Lokalisationen
Sonstiges	Endokrinologische, nephrologische, rheumatologische Erkrankungen, Intoxikationen

Tabelle 1: Kategorisierung der Diagnosen (COPD: Chronisch-obstruktive Lungenerkrankung; COVID-19: Infektion mit SARS-CoV-2; HIV: Human Immunodeficiency Virus).

Bei der Berücksichtigung aller Zeiträume zeigt sich, dass etwa die Hälfte der Patientinnen und Patienten aller Stationen wegen einer hämatologischen oder onkologischen und ein Fünftel wegen einer kardiovaskulären Erkrankung behandelt wurde. Bei den übrigen wurden in absteigender Reihenfolge Infektionen, Erkrankungen der Lunge und des Gastrointestinaltraktes sowie des Nervensystems diagnostiziert. Auf der ICU I ist eine gemischte Verteilung von Erkrankungen erkennbar, wohingegen auf den anderen Stationen die Verteilung eher homogen war. Während auf der ICU C die meisten Menschen kardiovaskulär erkrankt waren, hatten auf den beiden internistischen Stationen ein Großteil der Patientinnen und Patienten eine hämatologische oder onkologische Erkrankung

(Abbildung 7). Diese Gesamtverteilungen zeigen sich in ähnlicher Weise auch bei Betrachtung der einzelnen Zeiträume.

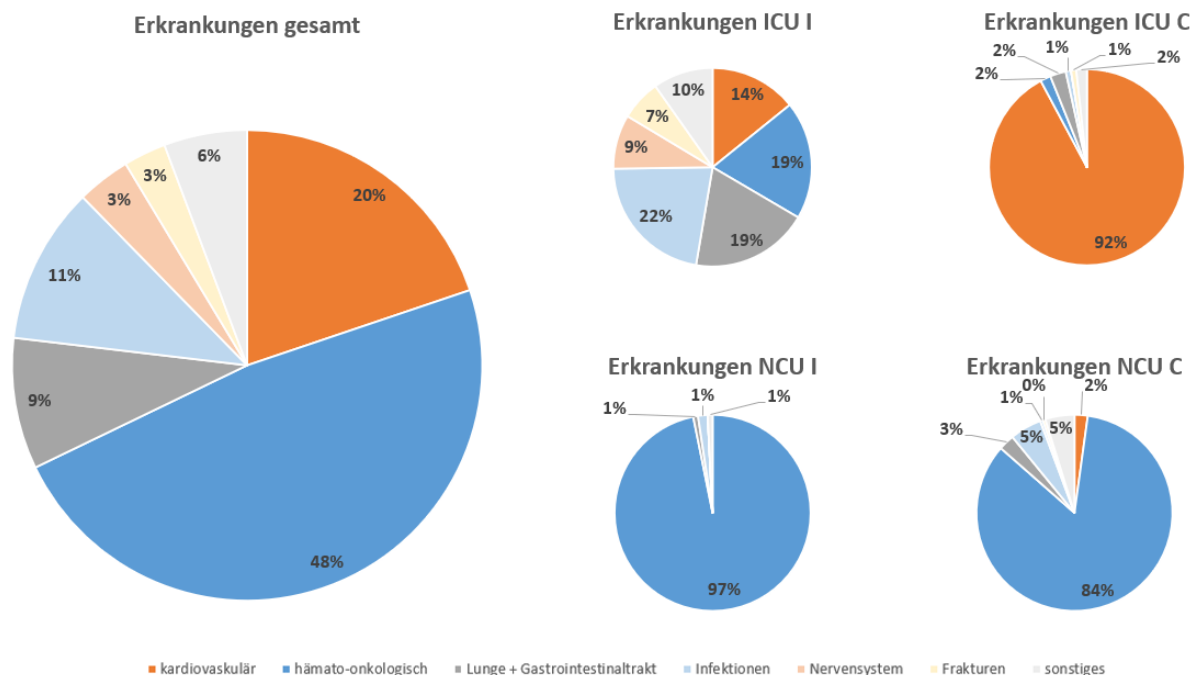


Abbildung 7: Verteilung der Diagnosen insgesamt und auf den jeweiligen Stationen.

4.1.4 Entzündungsparameter

Bei der Entnahme jedes BK-Sets wurden Entzündungsparameter wie die Leukozytenzahl und das CRP zum jeweiligen Zeitpunkt (24 Stunden vor bzw. nach Entnahme) erfasst, sofern vorhanden auch das PCT und das IL-6, meist nur auf der ICU I.

Bei der Leukozytenzahl ergaben sich deutliche Unterschiede. So konnte auf den beiden chirurgischen Stationen stets ein höherer medianer Wert festgestellt werden als auf den beiden internistischen Stationen. Auf der ICU I und der ICU C bewegten sich die Werte auf einem ähnlichen Level, wohingegen sich auf der NCU I niedrigere Werte als auf der NCU C zeigten (Tabelle 2).

	ZR 1	ÜZR	ZR 2	NZR	Range
ICU I	11,4	14,0	12,1	12,4	0,1 bis 76,9
ICU C	12,9	14,5	12,2	14,5	2,1 bis 40,6
NCU I	0,3	0,9	0,9	0,3	0 bis 53,3
NCU C	3,3	1,5	4,1	4,9	0 bis 210,1

Tabelle 2: Mediane Leukozytenwerte in $10^9/l$. Referenzbereich: $3,6 - 10,5 \times 10^9/l$ (höchste Werte im jeweiligen Zeitraum fettgedruckt).

Bei den weiteren Entzündungsparametern zeigten sich keine sehr großen Unterschiede, jedoch lagen auch hier die Medianwerte der chirurgischen Stationen tendenziell höher als die der internistischen (Tabelle 3, Tabelle 4, Tabelle 5).

	ZR 1	ÜZR	ZR 2	NZR	Range
ICU I	130,7	125,3	124,7	101,9	< 0,6 bis 546,6
ICU C	110,2	81,8	75,1	123,6	< 0,6 bis 499,5
NCU I	83,9	81,9	63,7	73,1	< 0,6 bis 475,6
NCU C	87,2	91,0	75,5	80,3	< 0,6 bis 460,7

Tabelle 3: Mediane CRP-Werte in mg/l. Referenzbereich: 0,0 - 5,0 mg/l (höchste Werte im jeweiligen Zeitraum fettgedruckt).

	ZR 1	ÜZR	ZR 2	NZR	Range
ICU I	0,8	0,5	0,4	0,7	< 0,02 bis 598,8
ICU C	2,0	2,5	1,3	1,4	0,03 bis 523
NCU I	0,6	0,3	0,3	0,2	0,05 bis 51,6
NCU C	0,4	0,2	0,3	0,4	0,05 bis 435,0

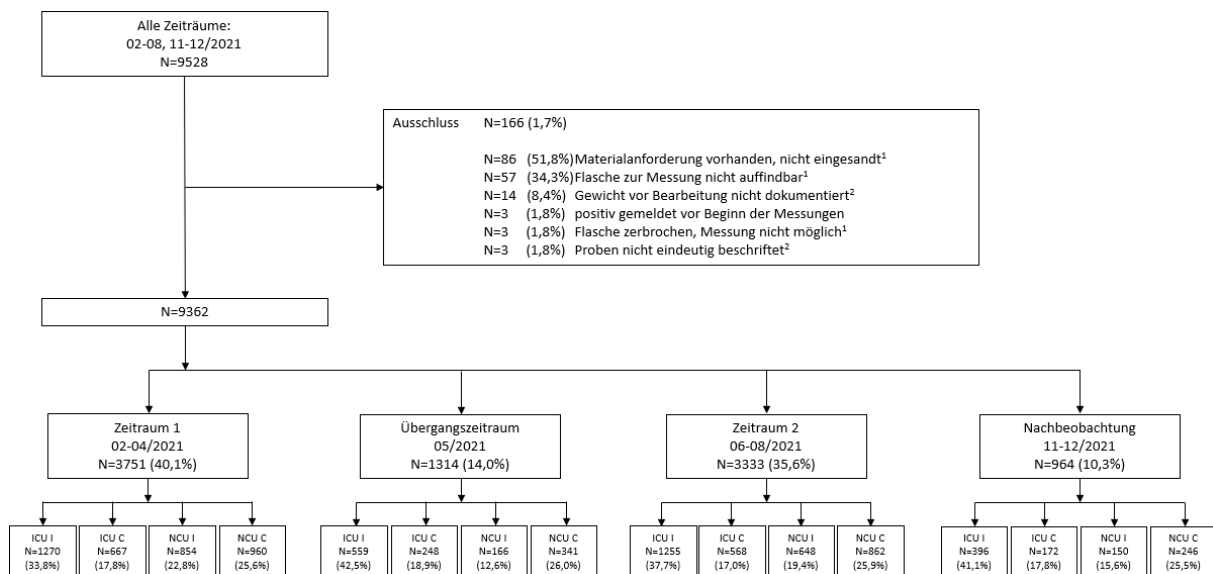
Tabelle 4: Mediane PCT-Werte in ng/ml. Referenzbereich: < 0,05 ng/ml (höchste Werte im jeweiligen Zeitraum fettgedruckt)

	ZR 1	ÜZR	ZR 2	NZR	Range
ICU I	160,6	192,0	183,0	153,5	3,8 bis > 500000
ICU C	n.b.	n.b.	n.b.	32,2	32,2
NCU I	0	n.b.	n.b.	n.b.	0
NCU C	40,9	n.b.	n.b.	19,6	19,6 bis 68,1

Tabelle 5: Mediane IL-6-Werte in pg/ml. Referenzbereich: < 7 pg/ml (höchste Werte im jeweiligen Zeitraum fettgedruckt; n.b.: nicht bestimmt).

4.2 Charakteristika entnommener Blutkulturen

Insgesamt wurden während der Studie 9528 BK-Flaschen abgenommen. Von diesen wurden 166 aufgrund von Dokumentationsfehlern ausgeschlossen oder weil sie zur Messung nicht zur Verfügung standen. Die übrigen 9362 Flaschen wurden zur Analyse herangezogen, wovon der größte Anteil mit 3480 Flaschen (37,2 %) von der ICU I eingesandt wurde, gefolgt von der NCU C mit 2409 Flaschen (25,7 %), der NCU I mit 1818 Flaschen (19,4 %) und der ICU C mit 1655 Flaschen (17,7 %) (Abbildung 8).



¹ Zur Messung nicht verfügbar

² Dokumentationsfehler

Abbildung 8: Flowchart. Übersicht zu Anzahl und Ausschluss der Flaschen in den jeweiligen Zeiträumen und auf den jeweiligen Stationen.

Pro Patientin oder Patient und Tag wurden auf allen Stationen im Median zwei BK-Sets entnommen mit einer Range von einem bis sechs Sets.

Unter Berücksichtigung aller Zeiträume konnte bei 783 der Flaschen ein Erregerwachstum nachgewiesen werden (8,4 %), von denen 109 (14,0 % der positiv gemeldeten, 1,2 % aller Flaschen) als falsch-positiv und somit kontaminiert interpretiert wurden.

Auf beiden Interventionsstationen konnte der Anteil der als Kontaminationen interpretierter BK im Vergleich von ZR 1 zu ZR 2 gesenkt werden, eine statistische Signifikanz war dabei nicht nachzuweisen. Auf den Kontrollstationen konnte im Gegensatz dazu keine Minimierung der Kontaminationsrate festgestellt werden (Abbildung 9, Tabelle 6).

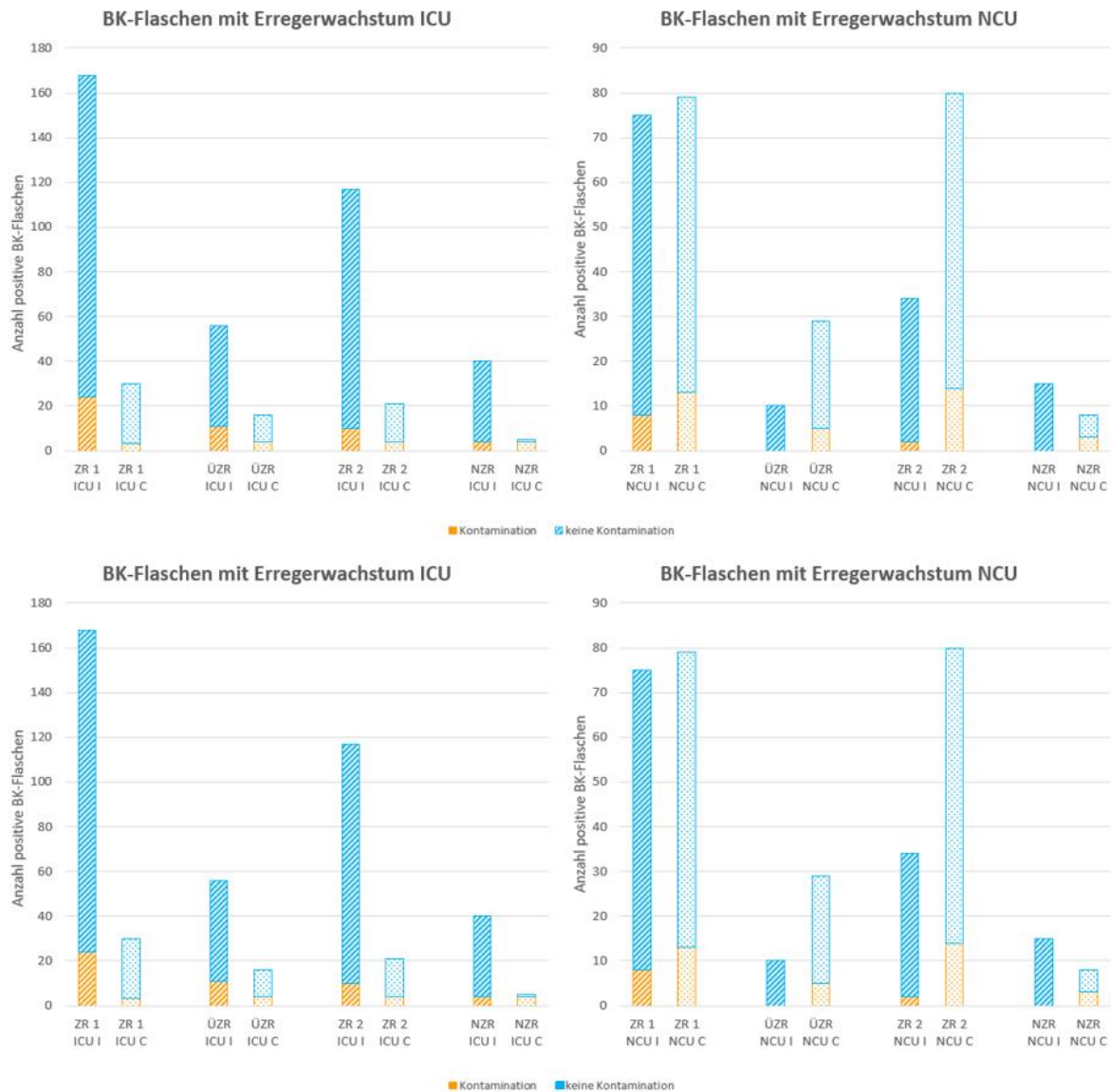


Abbildung 9: BK-Flaschen mit Erregerwachstum. Anzahl von Flaschen mit Erregerwachstum und Kontamination. Gestreift: Interventionsstationen, gepunktet: Kontrollstationen.

	ZR 1	ÜZR	ZR 2	NZR
ICU I	4,9	5,3	2,1	3,0
ICU C	0,9	3,6	1,6	5,3
NCU I	2,2	0,0	0,4	0,0
NCU C	3,2	2,5	3,8	3,0

Tabelle 6: Kontaminationsrate bezogen auf Sets in % (niedrigste Werte auf der jeweiligen Station fettgedruckt).

Ebenso zeigte sich auf den Interventionsstationen ein Rückgang des Anteils von Krankenhausaufenthalten mit positiven BK-Episoden (sowohl richtig- als auch falsch-positive) im ZR 2 verglichen mit ZR 1, was bei den Kontrollstationen nicht der Fall war. Die meisten Aufenthalte mit positiven BK-Episoden traten auf den beiden chirurgischen Stationen auf (Tabelle 7).

	ZR 1	ÜZR	ZR 2	NZR
ICU I	39,5	37,5	34,7	45,7
ICU C	33,3	53,3	37,5	30,0
NCU I	29,1	25,0	25,9	20,0
NCU C	28,2	27,8	28,4	26,5

Tabelle 7: Anteil der Krankenhausaufenthalte mit positiven Blutkulturepisoden in % (sowohl richtig- als auch falsch-positiv; höchste Werte im jeweiligen Zeitraum fettgedruckt).

Die durchschnittliche Menge der positiven BK-Episoden in einem Aufenthalt nahm im Vergleich von ZR 1 zu ZR 2 auf allen beobachteten Stationen zu (Tabelle 8).

	ZR 1	ÜZR	ZR 2	NZR	Range
ICU I	0,6	1,9	1,9	1,6	0 bis 6
ICU C	0,5	1,5	1,8	2,7	0 bis 6
NCU I	0,6	2,2	1,5	2,5	0 bis 6
NCU C	0,3	1,7	1,4	1,0	0 bis 5

Tabelle 8: Durchschnittliche Anzahl positiver Blutkulturepisoden in einem Aufenthalt (höchste Werte auf der jeweiligen Station fettgedruckt).

Die anteilige Verteilung der verschiedenen Flaschentypen änderte sich im Verlauf der Studie auf den chirurgischen Stationen kaum; der Anteil der drei hauptsächlich verwendeten Arten betrug hier jeweils etwa ein Drittel. Auf den internistischen Stationen zeigten die Anteile der Mycosis-Flaschen hingegen eine etwas abnehmende Tendenz. So waren auf der NCU I im ZR 1 29,9 %, im ÜZR 24,1 %, im ZR 2 24,2 % und im NZR 20,7 % der eingesandten BK-Flaschen Mycosis-Flaschen, während dieser Effekt auf der NCU C weniger ausgeprägt war (27,3 %, 29,0 %, 26,0 % und 28,7 %).

Nach einem Anstieg in ZR 2 auf den internistischen Stationen nahm der Anteil der anaeroben Standard-BK im Vergleich zu den Lytic-BK auf allen Stationen infolge einer Umstellung auf diese deutlich ab, sodass im NZR nur noch auf der NCU C sechs dieser Art beimpft wurden (Abbildung 10).

Zusätzlich zu den häufig verwendeten aeroben, anaeroben und Mycosis-BK wurden auf der ICU I im ZR 1 eine PEDS-Flasche und im ÜZR eine Mykobakterien-Flasche abgenommen.

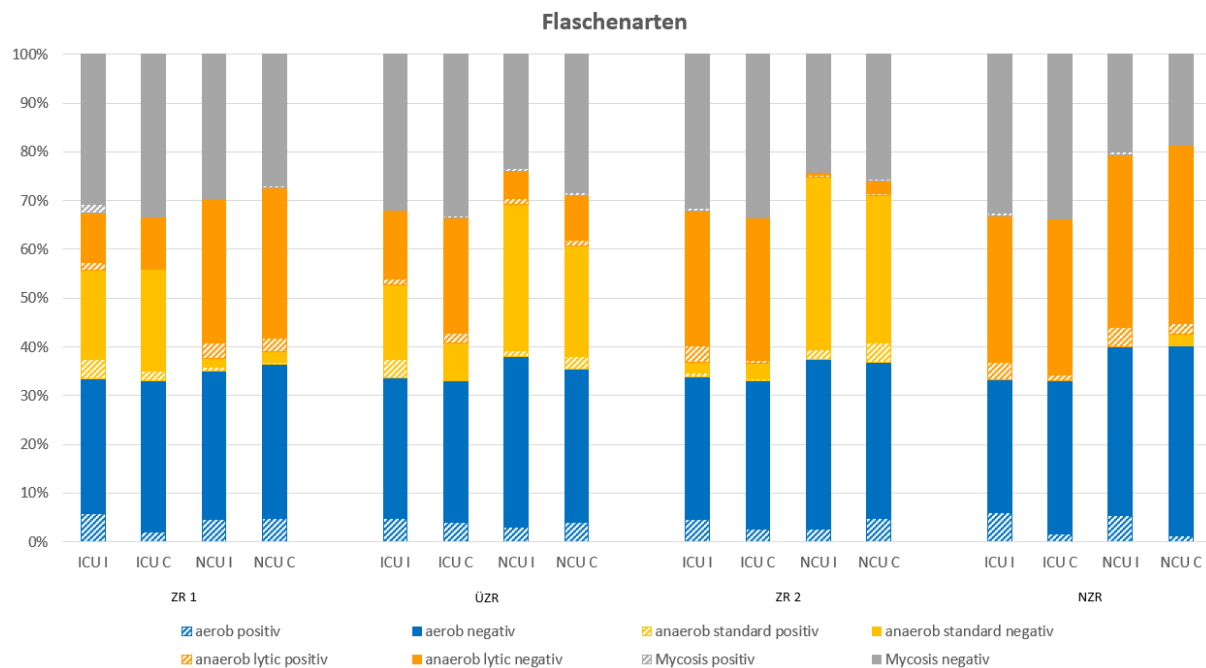


Abbildung 10: Arten von Blutkulturflaschen mit und ohne Erregerwachstum in den jeweiligen Zeiträumen auf den jeweiligen Stationen.

4.3 Entnahmelokalisationen

Beim Vergleich der unterschiedlichen Messzeiträume konnten Veränderungen bei den Häufigkeiten der Entnahmelokalisationen festgestellt werden (Tabelle 9, Abbildung 11).

Im ZR 1 wurden auf der ICU I die meisten BK aus ZVK entnommen, gefolgt von arteriellen und peripheren Entnahmen. Auch im ZR 2 waren zentrale Entnahmen mit einem ähnlichen Anteil ($p = 0,04$) die häufigsten. Es wurden jedoch deutlich mehr periphere BK abgenommen und die arteriellen Entnahmen wurden statistisch signifikant reduziert ($p < 0,0001$).

Auf der zugehörigen Kontrollstation konnte diese Veränderung nicht gezeigt werden. Im Vergleich von ZR 1 mit ZR 2 sank der Anteil der peripheren Entnahmen, während der der arteriellen stieg ($p < 0,0001$). Die zentralen Entnahmen blieben auch hier auf einem ähnlichen Level ($p = 0,1$).

Im ZR 1 wurden auf der NCU I seltener BK peripher als zentral entnommen. Dieses Verhältnis kehrte sich im ZR 2 um ($p < 0,0001$).

Keine wesentlichen Veränderungen in der Häufigkeitsverteilung traten auf der NCU C auf. Der größte Anteil der BK wurde peripher entnommen, gefolgt von zentralen ($p < 0,003$) und Port-Entnahmen.

	p		z		a		o		s		n	
	ZR1	ZR2	ZR1	ZR2	ZR1	ZR2	ZR1	ZR2	ZR1	ZR2	ZR1	ZR2
ICU I	22,3	44,0	45,7	49,4	30,6	4,9	0,2	0,6	0,5	0,2	0,7	0,9
ICU C	70,8	56,9	13,9	17,3	14,8	25,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,9
NCU I	34,4	58,3	59,1	34,4	0,0	0,0	6,0	7,3	0,0	0,0	0,5	0,0
NCU C	58,0	65,0	29,7	28,3	0,3	0,0	12,0	6,5	0,0	0,0	0,0	0,2

Tabelle 9: Entnahmelokalisationen in Zeitraum 1 und 2 anteilig in % (p: peripher, z: zentral, a: arteriell, o: Port, s: sonstiges, n: nicht angegeben, höchste Werte auf der jeweiligen Station im jeweiligen Zeitraum fettgedruckt).

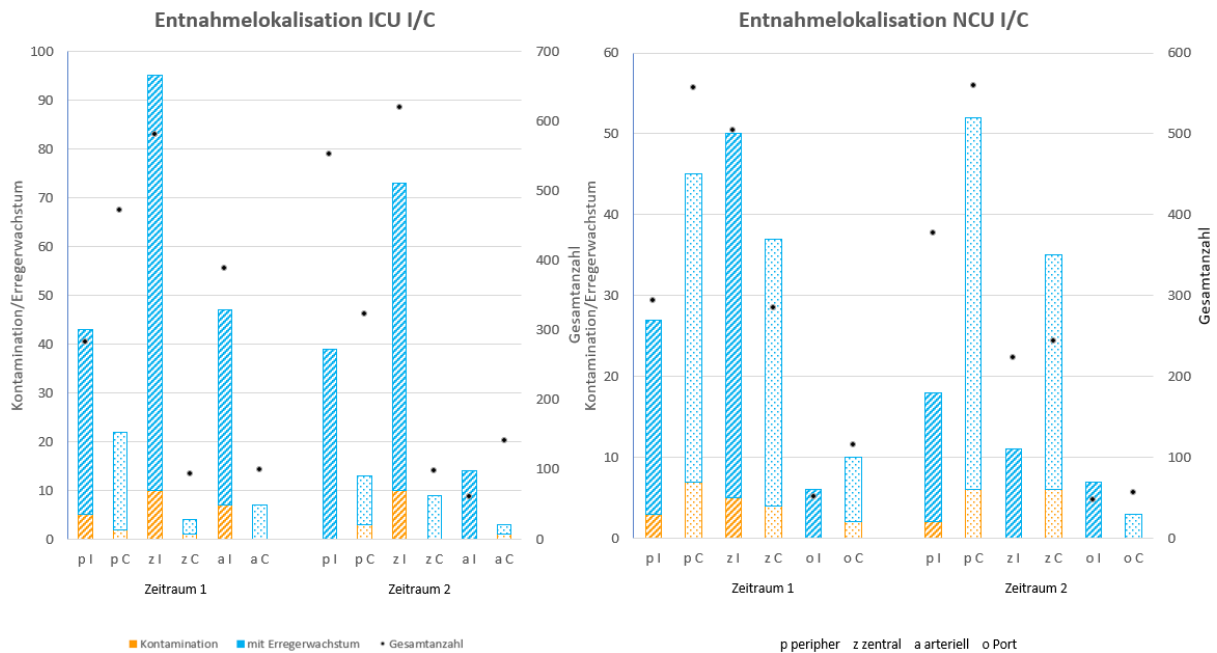


Abbildung 11: Erregerwachstum und Kontamination in Abhängigkeit von der Entnahmelokalisation. Gestreift: Interventionsstationen, gepunktet: Kontrollstationen.

Die Häufigkeitsverteilungen für ÜZR und NZR werden in Tabelle 10 dargestellt, wobei sich zeigt, dass auf den Interventionsstationen die meisten BK auch im NZR peripher entnommen wurden.

	p		z		a		o		s		n	
	ÜZR	NZR	ÜZR	NZR	ÜZR	NZR	ÜZR	NZR	ÜZR	NZR	ÜZR	NZR
ICU I	22,7	46,5	53,5	46,2	22,7	3,8	0,0	0,0	0,5	2,0	0,5	1,5
ICU C	60,5	62,2	15,3	18,6	23,0	19,2	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0
NCU I	45,2	54,7	51,8	42,0	0,0	0,0	1,2	3,3	0,0	0,0	1,8	0,0
NCU C	64,5	64,2	24,6	22,4	0,0	0,0	10,9	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabelle 10: Entnahmelokalisationen in Übergangszeitraum und Nachbeobachtungszeitraum anteilig in % (p: peripher, z: zentral, a: arteriell, o: Port, s: sonstiges, n: nicht angegeben, höchste Werte auf der jeweiligen Station im jeweiligen Zeitraum fettgedruckt).

4.4 Indikationsstellung

Die bei der elektronischen Anmeldung der BK angegebenen, sehr vielfältigen Indikationen für die Entnahme wurden zur Kategorisierung in Gruppen zusammengefasst, die in Tabelle 11 dargestellt sind.

Kategorisierungsgruppe	Zugeordnete Indikationen (Beispiele)
Immunsuppression	Aplasie, HIV, Transplantation
Infektion	Bronchitis, Cholangitis, Endokarditis, Erysipel, Katheterinfekt, Osteomyelitis, Sepsis, Tuberkulose
Symptom	Diarrhoe, Exanthem, Fieber unklarer Genese, Lymphknotenschwellung
Sonstiges	Herzfehler, Reiseanamnese, Sterilitätstestung

Tabelle 11: Kategorisierung der Indikationen zur Blutkulturentnahme.

Durch diese Zuordnung wird erkennbar, dass insgesamt am häufigsten die Anordnung zur BK-Entnahme aufgrund von Infektionen erfolgte, zu einem wesentlich geringeren, jeweils ähnlichen Anteil aufgrund von Immunsuppression oder bestimmten Symptomen (Abbildung 12). Die übrigen Indikationsstellungen werden mit 6,0 % durch die Gruppe „Sonstiges“ bzw. sonstige in Kombination mit einer der drei Hauptindikationen gebildet, in 0,3 % der Fälle wurde keine Indikation angegeben.

Bei der Aufschlüsselung der einzelnen Stationen zeigt sich auf den beiden Intensivstationen eine ähnliche Verteilung mit Infektionen als Hauptindikation und Immunsuppression und Symptomen zu kleineren Teilen. Auf der ICU I waren fast ausschließlich Infektionen der Anlass für eine BK-Entnahme (0,6 % sonstiges, 0,5 % nicht angegeben), während auf der ICU C sonstige Indikationen bzw. diese in Kombination mit einer der Hauptindikationen mit 31,0 % ebenso einen großen Anteil darstellen (0,1 % nicht angegeben).

Auf den internistischen Stationen hingegen ist eine andere Verteilung feststellbar, wobei die am häufigsten gestellte Indikation hierbei jeweils einen geringeren Anteil an der Gesamtheit der Indikationen darstellt als bei den anderen Stationen. Auf der ICU I wurden BK am häufigsten aufgrund von Immunsuppression abgenommen (0,6 % sonstiges, 0,3 % nicht angegeben), auf der NCU C aufgrund bestimmter Symptome und einem weiteren größeren Anteil der Gruppe „Infektionen“ (0,9 % sonstiges, 0,1 % nicht angegeben).

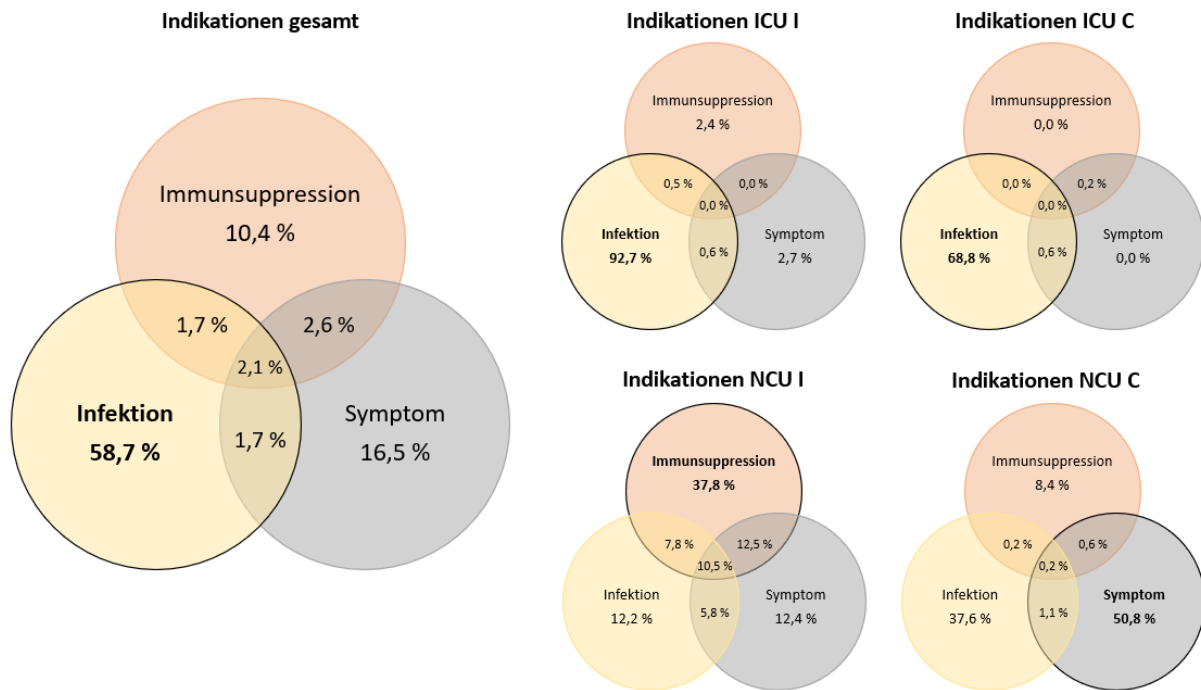


Abbildung 12: Hauptindikationen zur Blutkulturentnahme insgesamt und auf den jeweiligen Stationen.

4.5 Füllvolumina

4.5.1 Allgemeines

Veränderungen des Füllvolumens konnten lediglich teilweise festgestellt werden. Als korrektes Füllvolumen wurde bei der Analyse ein Blutvolumen von acht bis zehn Millilitern gewertet, wobei nach Angaben des Herstellers acht Milliliter als optimal betrachtet wurden.

Eine Annäherung an die optimale Füllmenge fand, bezogen auf das mittlere Blutvolumen, auf den beiden Interventionsstationen bei jeweils drei Flaschentypen statt, auf der ICU I bei den anaeroben Standard-BK und beiden Mycosis-BK, auf der NCU I bei den aeroben, ebenso den anaeroben Standard- und den Mycosis-Glas-BK. Zu einer derartigen Annäherung kam es auf den Kontrollstationen jeweils bei zwei Typen (ICU C: beide Mycosis-BK, NCU C: aerobe und Mycosis-Plastik-BK). Eine Unterschreitung des korrekten Füllvolumens konnte im ZR 2 bei jeweils einem Flaschentyp auf ICU C und NCU I und bei drei Flaschentypen auf der NCU C festgestellt werden, eine Überschreitung bei einem Flaschentyp auf der ICU I (Tabelle 12).

Bei je zwei Flaschentypen auf den chirurgischen Stationen und je einem Flaschentyp auf den internistischen Stationen konnte eine Steigerung der Menge korrekt befüllter BK erreicht werden (Abbildung 13).

Aerob	gesamt				ZR 1				UZR				ZR 2				NZR			
	ICU I (N=1170)	ICU C (N=547)	NCU I (N=654)	NCU C (N=887)	ICU I (N=425)	ICU C (N=220)	NCU I (N=259)	NCU C (N=350)	ICU I (N=188)	ICU C (N=82)	NCU I (N=63)	NCU C (N=121)	ICU I (N=425)	ICU C (N=188)	NCU I (N=242)	NCU C (N=317)	ICU I (N=132)	ICU C (N=57)	NCU I (N=60)	NCU C (N=99)
Volumen (SD)	9,6 (2,8)	8,12 (1,9)	8,27 (2,2)	7,12 (2,7)	9,4 (1,6)	8,0 (1,7)	8,6 (2,3)	7,2 (3,1)	9,0 (2,6)	8,2 (1,9)	8,3 (2,0)	7,3 (2,1)	10,2 (3,0)	8,1 (1,8)	8,1 (2,1)	7,3 (2,2)	9,5 (3,0)	8,6 (2,6)	7,3 (2,2)	5,8 (2,8)
Korrekt Volumen (%)	489	184	302	240	227	72	178	80	71	24	23	42	133	62	91	110	56	26	10	8
Zu niedriges Volumen (%)	(41,8)	(33,6)	(45,5)	(27,1)	(53,4)	(32,7)	(56,5)	(26,3)	(37,8)	(26,3)	(36,5)	(34,7)	(31,3)	(32,0)	(37,6)	(34,7)	(42,4)	(46,6)	(18,7)	(8,1)
Zu hohes Volumen (%)	(22,1)	(52,4)	(40,1)	(83,9)	(13,4)	(55,9)	(25,8)	(97,4)	(36,7)	(51,2)	(47,6)	(59,6)	(52,1)	(47,9)	(54,9)	(42,1)	(22,7)	(42,1)	(71,7)	(85,9)
TTP (SD)	(36,2)	(13,9)	(14,5)	(9,0)	(33,2)	(11,4)	(14,7)	(9,7)	(25,5)	(19,5)	(15,9)	(5,8)	(44,2)	(14,9)	(10,4)	(34,9)	(203,1)	(12,3)	(11,7)	(8,1)
TTP bei Kontamination (SD)	1815,3	1914,7	1149,8	1456,5	1940,3	1881,4	1095,5	1537,3	1516,2	1841,2	1268,8	1088,8	1892,2	1768,1	1344,8	1470,7	2030,1	2937,7	958,3	1740,0
TTP ohne Kontamination (SD)	(1525,1)	(1015,5)	(988,4)	(1191,5)	(1371,3)	(1058,2)	(515,1)	(1909,0)	(981,1)	(1080,6)	(302,1)	(802,5)	(1115,5)	(699,6)	(1545,5)	(705,9)	(1501,6)	(1371,4)	(348,9)	(734,9)
TTP ohne Kontamination (SD)	1728,1	1848,8	1449,2	1873,8	2023,8	1128,0	1528,2	2388,8	1884,3	2514,0	X	1898,5	1457,8	1317,7	1064,0	1324,5	1387,7	1973,5	X	1029,0
Kontamination (SD)	(1767,0)	(686,8)	(450,6)	(2141,6)	(1793,7)	(0,0)	(494,1)	(3259,6)	(446,4)	(1408,7)	X	(636,5)	(242,1)	(167,6)	(0,0)	(307,4)	(162,5)	(179,5)	X	(0,0)
TTP ohne Kontamination (SD)	1834,5	1934,42	1120,6	1360,3	1623,8	1913,9	1033,7	1327,0	1458,8	1504,8	1288,8	925,2	1714,6	1926,6	1364,2	1508,7	2143,4	4866	986,3	2685,5
Kontamination (SD)	(1955,4)	(1020,3)	(893,2)	(796,7)	(1881,4)	(1080,5)	(493,16)	(848,4)	(142,9)	(595,1)	(302,1)	(425,9)	(1165,7)	(691,8)	(1584,2)	(773,8)	(1669,9)	(0,0)	(348,9)	(955,5)
Anaerob Standard	gesamt				ZR 1				UZR				ZR 2				NZR			
Volumen (SD)	ICU I (N=425)	ICU C (N=192)	NCU I (N=318)	NCU C (N=412)	ICU I (N=282)	ICU C (N=153)	NCU I (N=23)	NCU C (N=24)	ICU I (N=106)	ICU C (N=52)	NCU I (N=52)	NCU C (N=86)	ICU I (N=37)	ICU C (N=20)	NCU I (N=243)	NCU C (N=296)	ICU I (N=0)	ICU C (N=0)	NCU I (N=0)	NCU C (N=6)
Volumen (SD)	9,5 (1,7)	8,1 (2,0)	8,2 (2,2)	7,6 (1,9)	9,2 (2,1)	8,2 (2,1)	9,1 (2,7)	8,4 (1,5)	8,9 (2,0)	7,9 (2,0)	9,0 (3,0)	7,9 (1,5)	8,9 (2,3)	7,4 (1,3)	8,0 (1,9)	7,5 (2,0)	X	X	X	5,5 (1,6)
Korrekt Volumen (%)	202	65	117	137	136	55	12	13	50	7	13	36	13	3	91	90	X	X	X	0
Zu niedriges Volumen (%)	(47,5)	(33,9)	(36,8)	(33,3)	(46,3)	(36,0)	(52,2)	(54,2)	(47,2)	(36,8)	(25,0)	(41,9)	(35,1)	(15,0)	(37,5)	(30,4)	X	X	X	6
Zu hohes Volumen (%)	71	108	156	238	25	82	4	8	32	10	27	45	14	16	126	179	X	X	X	(100,0)
TTP (SD)	1899,0	4114,7	1343,0	1962,0	1908,5	3731,1	1357,4	1454,7	1864,9	X	2078,0	2163,7	1846,0	9607,5	1278,7	1584,9	X	X	X	X
TTP bei Kontamination (SD)	(1552,9)	(4028,4)	(741,5)	(1439,5)	(1388,0)	(4055,4)	(864,0)	(380,9)	(1719,0)	X	(0,0)	(2081,2)	(1945,5)	(0,0)	(603,6)	(1255,6)	X	X	X	X
TTP ohne Kontamination (SD)	2138,2	4005,5	X	3318,8	2473,9	(2078,5)	X	X	1243,0	3827,7	X	3827,7	X	X	X	3065,8	X	X	X	X
TTP ohne Kontamination (SD)	(1838,1)	(2678,5)	(2406,7)	(2063,6)	(2878,5)	(0,0)	(494,1)	(3259,6)	(446,4)	(1408,7)	X	(636,5)	(242,1)	(167,6)	(0,0)	(307,4)	(162,5)	(179,5)	X	(0,0)
Kontamination (SD)	1890,4	4039,2	1343,0	1285,0	1789,4	3572,2	1357,4	1454,7	2038,7	X	2078,0	2163,7	1846,0	9607,5	1278,7	1584,9	X	X	X	X
Kontamination (SD)	(1500,5)	(4192,6)	(741,5)	(960,5)	(1181,7)	(4238,9)	(864,0)	(380,9)	(1929,6)	(0,0)	(0,0)	(790,5)	(1945,5)	(0,0)	(603,6)	(506,3)	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)
Anaerob Lytic	gesamt				ZR 1				UZR				ZR 2				NZR			
Volumen (SD)	ICU I (N=759)	ICU C (N=362)	NCU I (N=353)	NCU C (N=478)	ICU I (N=150)	ICU C (N=71)	NCU I (N=277)	NCU C (N=324)	ICU I (N=86)	ICU C (N=64)	NCU I (N=11)	NCU C (N=35)	ICU I (N=390)	ICU C (N=170)	NCU I (N=6)	NCU C (N=25)	ICU I (N=133)	ICU C (N=57)	NCU I (N=59)	NCU C (N=96)
Volumen (SD)	9,9 (2,8)	8,7 (2,1)	8,7 (2,2)	7,8 (2,5)	9,4 (1,8)	8,5 (1,8)	8,7 (8,1)	8,1 (2,7)	10,0 (2,8)	8,7 (2,3)	7,4 (2,0)	7,9 (1,4)	10,2 (3,1)	8,7 (1,9)	9,2 (3,0)	5,5 (2,2)	9,6 (2,5)	9,1 (2,8)	8,6 (1,7)	7,5 (2,0)
Korrekt Volumen (%)	282	156	175	145	61	26	139	102	32	28	2	15	136	75	0	1	52	28	34	27
Zu niedriges Volumen (%)	(37,2)	(43,1)	(49,6)	(30,3)	(40,7)	(36,6)	(50,2)	(31,5)	(37,2)	(43,8)	(18,2)	(42,9)	(34,9)	(44,1)	(34,1)	(4,0)	(36,1)	(46,1)	(57,6)	(28,4)
Zu niedriges Volumen (%)	134	128	94	282	27	33	69	179	15	18	7	19	71	58	3	23	21	19	15	82
Zu hohes Volumen (%)	(17,7)	(35,4)	(26,6)	(58,9)	(18)	(35,4)	(24,9)	(95,3)	(17,4)	(46,1)	(28,1)	(54,3)	(41,8)	(34,1)	(50,0)	(92,0)	(15,78)	(33,3)	(25,4)	(65,3)
Zu hohes Volumen (%)	343	78	84	52	82	12	69	43	39	18	2	1	183	37	3	1	60	10	6	6
TTP (SD)	(45,2)	(21,6)	(23,8)	(10,7)	(41,3)	(16,9)	(24,9)	(13,3)	(45,4)	(28,1)	(18,2)	(2,9)	(46,9)	(21,8)	(50,0)	(4,0)	(46,1)	(17,5)	(17,0)	(6,3)
TTP (SD)	1561,8	3058,9	1263,1	1158,0	1688,0	1357,0	1085,2	1173,7	1406,1	2834,0	1875,0	850,3	1559,2	3549,3	1400,0	1028,0	1469,8	3776,0	1784,3	1425,3
TTP bei Kontamination (SD)	(1317,0)	(1977,7)	(1160,5)	(1002,6)	(1347,0)	(0,0)	(819,3)	(1137,2)	(1767,1)	(1159,7)	(450,0)	(434,5)	(1039,9)	(2298,0)	(2399,0)	(255,0)	(1808,0)	(412,8)	(2373,8)	(412,8)
TTP ohne Kontamination (SD)	2179,0	3257,8	1952,5	1053,1	2111,8	X	1894,7	952,2	5760,0	3671,0	X	X	1718,8	1802,0	2126,0	X	1235,0	X	X	1355,5
Kontamination (SD)	(1439,5)	(1888,6)	(331,3)	(332,2)	(1244,8)	(364,6)	(364,6)	(315,6)	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(681,6)	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(144,5)
TTP ohne Kontamination (SD)	1421,8	2945,3	1175,9	1187,0	1495,9	1357,0	978,6	1238,9	680,5	2288,3	1875,0	850,3	1524,5	4131,7	674,0	1028,0	1528,3	3779,0	1784,3	1495,0
Kontamination (SD)	(1271,7)	(2018,1)	(1197,7)	(1117,2)	(1345,0)	(0,0)	(565,4)	(1271,3)	(286,4)	(1448,9)	(450,0)	(434,5)	(1099,4)	(2346,8)	(0,0)	(255,0)	(1884,2)	(2391,0)	(2373,8)	(557,0)
Mycosis Plastik	gesamt				ZR 1				UZR				ZR 2				NZR			
Volumen (SD)	ICU I (N=611)	ICU C (N=304)	NCU I (N=34)	NCU C (N=3)	ICU I (N=211)	ICU C (N=134)	NCU I (N=1)	NCU C (N=2)	ICU I (N=54)	ICU C (N=47)	NCU I (N=1)	NCU C (N=0)	ICU I (N=240)	ICU C (N=68)	NCU I (N=1)	NCU C (N=0)	ICU I (N=106)	ICU C (N=56)	NCU I (N=31)	NCU C (N=1)
Volumen (SD)	9,9 (2,3)	8,3 (2,1)	8,7 (1,7)	10,8 (4,2)	10,2 (1,3)	8,9 (2,1)	8,6 (0,0)	7,9 (1,1)	9,4 (2,2)	9,1 (1,9)	7,0 (0,0)	X	9,8 (2,7)	8,7 (1,9)	6,6 (0,0)	X	9,7 (2,6)	9,2 (2,3)	8,8 (1,7)	16,56 (0)
Korrekt Volumen (%)	232	140	22	1	79	66	1	1	22	14	0	X	96	26	0	X	34	29	21	0
Zu niedriges Volumen (%)	(38,0)	(46,1)	(64,7)	(33,3)	(37,4)	(49,3)	(100,0)	(50,0)	(40,7)	(26,8)	1	X	45	28	1	X	(32,1)	(52,7)	(67,7)	0
Zu niedriges Volumen 8%)	87	94	8	1	10	37	0	(50,0)	(20,4)	(36,2)	(100,0)	X	18	14	0	X	(20,8)	(30,9)	(19,4)	0
Zu hohes Volumen (%)	292	70	4	1	122	31	0	(50,0)	(20,4)	(36,2)	(100,0)	X	99	14	0	X	50	9	4	1
TTP (SD)	(47,3)	(23,0)	(11,8)	(33,3)	(57,8)	(23,1)	0	0	(38,9)	(34)	0	X	211,8	(20,6)	(41,2)	X	(47,2)	(16,4)	(12,9)	(100,0)
TTP (SD)	1975,5	2621,0	3677,0	X	1980,3	X	X	X	X	2821,0	X	X	2116,8	X	X	X	1637,0	X	3677,0	X
TTP bei Kontamination (SD)	(1061,8)	(0,0)	(0,0)	X	(957,3)	X	X	X	(1469,7)	(0,0)	X	X	(1469,7)	X	X	X	(0,0)	X	(0,0)	X
TTP ohne Kontamination (SD)	1961,7	2621,0	3677,0	X	1940,6	X	X	X	2116,8	(1469,7)	X	X	2116,8	X	X	X	1637,0	X	3677,0	X
Kontamination (SD)	(1087,7)	(0,0)	(0,0)	X	(988,0)	X	X	X	(1469,7)	(0,0)	X	X	(1469,7)	X	X	X	(0,0)	X	(0,0)	X

Mycosis Glas	gesamt										ZR 1						UZR						ZR 2						NZR			
	ICU I (N=513)	ICU C (N=259)	NCU I (N=448)	NCU C (N=828)	ICU I (N=201)	ICU C (N=89)	NCU I (N=234)	NCU C (N=286)	ICU I (N=124)	ICU C (N=36)	NCU I (N=59)	NCU C (N=89)	ICU I (N=163)	ICU C (N=122)	NCU I (N=186)	NCU C (N=224)	ICU I (N=25)	ICU C (N=3)	NCU I (N=0)	NCU C (N=45)												
Volumen (SD)	10,4 (2,2)	9,2 (1,8)	9,3 (2)	8,9 (2,3)	10,8 (1,7)	9,2 (2,0)	9,0 (2,0)	9,2 (3)	10,4 (2,0)	9,2 (1,9)	9,9 (2,7)	9,4 (2,2)	9,9 (2,8)	9,1 (1,8)	9,9 (1,5)	8,7 (1,0)	10,4 (1,9)	8,9 (0,8)	X	X	7,4 (2,3)											
Korrektur Volumen (%)	156 (30,2)	126 (50,4)	201 (44,8)	303 (48,3)	44 (21,9)	49 (55,1)	90 (35,4)	134 (91,5)	42 (33,9)	15 (41,7)	21 (53,9)	51 (91,5)	61 (37,4)	58 (47,5)	88 (96,4)	99 (44,2)	8 (32,0)	3 (100,0)	X	18 (40,0)												
Zu niedriges Volumen (%)	45 (8,8)	50 (20)	89 (19,8)	173 (27,9)	4 (2,0)	16 (18,0)	41 (16,1)	69 (25,5)	8 (6,5)	7 (19,4)	5 (12,8)	14 (14,1)	31 (19,0)	27 (22,1)	43 (27,9)	68 (30,4)	2 (8,0)	0	X	23 (51,1)												
Zu hohes Volumen (%)	313 (61,0)	74 (28,9)	159 (35,4)	152 (24,2)	153 (76,0)	24 (27,0)	123 (48,4)	57 (21,9)	74 (58,7)	14 (38,9)	13 (33,3)	34 (34,3)	71 (43,6)	37 (30,3)	25 (16,0)	57 (25,5)	15 (60,0)	0	X	4 (8,9)												
TTP (SD)	2497,6 (979,5)	2712,0 (0,0)	2424,5 (1928,8)	2722,1 (1848,9)	2401,0 (346,6)	2712,0 (0,0)	1472,5 (505,5)	1696,7 (711,0)	3910,0 (0,0)	X	6991,0 (0,0)	4528,0 (2834,0)	1975,0 (0,0)	X	1092,0 (0,0)	2545,0 (91,9)	X	X	X	X												
TTP bei Kontamination (SD)	3149,5 (460,5)	X	X	X	2089,0 (0,0)	X	X	X	3910,0 (0,0)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X												
TTP ohne Kontamination (SD)	2093,0 (395,0)	2712,0 (0,0)	2424,5 (1928,8)	2722,1 (1848,9)	2257,0 (346,0)	2712,0 (0,0)	1472,5 (505,5)	1696,7 (711,0)	X	X	5991,0 (0,0)	4528,0 (2834,0)	1975,0 (0,0)	X	1092,0 (0,0)	2545,0 (91,9)	X	X	X	X												

Tabelle 12: Füllvolumina in ml und Time to Positivity in Minuten in Abhängigkeit des Flaschentyps (x: nicht vorhanden).



Abbildung 13: Füllvolumina in Abhängigkeit von Flaschentypen. Gestreift: Interventionsstationen, gepunktet: Kontrollstationen.

Je nach Verfügbarkeit im Lager wurden die Mycosis-Flaschen aus Plastik oder Glas zur Verfügung gestellt, ohne dass die Stationen Einfluss auf die Verteilung hatten. Bei den zugehörigen Berechnungen wurden die Mycosis-BK der NCU C exkludiert, da auf dieser Station insgesamt nur drei Plastikflaschen abgenommen wurden. Von den übrigen Flaschen bestanden 949 (43,9 %) aus Plastik und 1212 (56,1 %) aus Glas.

Es zeigte sich, dass die Glasflaschen signifikant größere Blutvolumina enthielten als die Plastikflaschen ($p = 0,0029$). Beim Vergleich der beiden Intensivstationen konnte auf der Interventionsstation nachgewiesen werden, dass im ZR 2 dieser Effekt nicht mehr signifikant war ($p < 0,0001$ in ZR 1 vs. $p = 0,55$ in ZR 2). Auf der Kontrollstation hingegen wurden auch im ZR 2 größere Füllvolumina in den Glasflaschen detektiert (Abbildung 14).

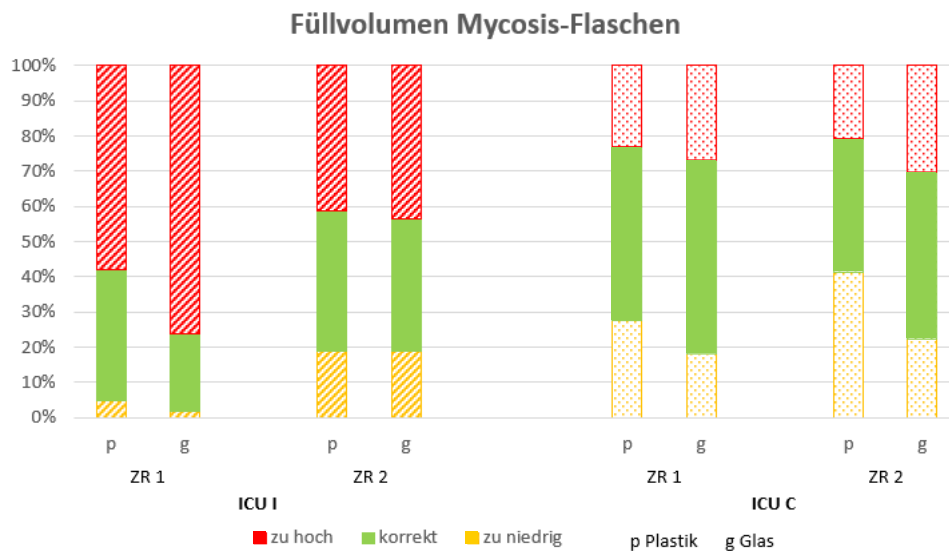


Abbildung 14: Füllvolumina der Mycosis-Flaschen auf den Intensivstationen aus Plastik und Glas im Vergleich. Gestreift: Interventionsstation, gepunktet: Kontrollstation.

4.5.2 Korrelation mit Time to Positivity

Bei einer Ereigniszeitanalyse (Survival analysis) unter Nutzung einer Weibull-Verteilung konnte festgestellt werden, dass ein Zusammenhang zwischen Time to Positivity und Befüllungsvolumen der BK-Flaschen besteht. Hier zeigte sich, dass kontaminierte Flaschen mit einem Blutvolumen von mehr als zehn Millilitern fast die doppelte Zeit benötigen wie korrekt befüllte Flaschen mit einem Blutvolumen zwischen acht und zehn Millilitern, die nicht kontaminiert sind, um als positiv detektiert zu werden ($p < 0,0001$). Bei korrekt befüllten und unterfüllten Flaschen zeigte sich kein statistisch signifikantes Ergebnis.

Weiterhin konnte demonstriert werden, dass nicht korrekt befüllte Flaschen, die keine Kontamination aufwiesen, im Vergleich zu korrekt befüllten Flaschen ohne Kontamination eine statistisch signifikant kürzere Time to Positivity aufwiesen ($p < 0,0001$ für unterfüllte bzw. $p < 0,008$ für überfüllte BK).

4.6 Erregerspektrum

4.6.1 Allgemeines

Insgesamt wurden 818 Erreger in den analysierten BK nachgewiesen, wovon der größte Anteil auf allen Stationen über den Gesamtzeitraum durch Koagulase-negative Staphylokokken (CONS) gebildet wurde (47,4 %). Bei Betrachtung der einzelnen Zeiträume zeigte sich ein ähnliches Ergebnis, jedoch mit vier Ausnahmen. Im ÜZR waren auf der ICU C *Enterococcus* spp. und auf der NCU C Gram-negative Erreger die häufigsten, die auch im ZR 2 auf der ICU I und im NZR auf der NCU I am meisten nachgewiesen wurden. Im Vergleich mit ZR 1 wurden im ZR 2 auf der ICU I anteilig weniger CONS (55,3 % im ZR 1 vs. 33,9 % im ZR 2) detektiert,

während auf der ICU C der Anteil annähernd gleichblieb und auf den beiden internistischen Stationen hingegen stieg (NCU I: 35,4 % im ZR 1 vs. 64,7 % im ZR 2).

Weiterhin fiel auf, dass auf der ICU C keine Gram-negative Erreger auftraten, welche auf den anderen Stationen den zweitgrößten Anteil darstellten (Tabelle 13).

Insgesamt passte auf der ICU I das Gram-Präparat in 99,0 % der Fälle zu dem tatsächlich nachgewiesenen Erreger, auf der ICU C in jedem Fall. Bei den beiden internistischen Stationen betrug diese Rate 98,5 %. Diskrepanzen bestanden hier beispielhaft vor allem, wenn Haufenkokken angegeben wurden und dann Streptokokken kulturell nachweisbar waren.

	gesamt				ZR 1				UZR				ZR 2				NZR			
	ICU I (N=394)	ICU C (N=73)	NCU I (N=141)	NCU C (N=208)	ICU I (N=179)	ICU C (N=31)	NCU I (N=82)	NCU C (N=87)	ICU I (N=57)	ICU C (N=18)	NCU I (N=10)	NCU C (N=33)	ICU I (N=118)	ICU C (N=21)	NCU I (N=34)	NCU C (N=82)	ICU I (N=40)	ICU C (N=5)	NCU I (N=19)	NCU C (N=8)
<i>Staphylococcus aureus</i> (%)	43 (10.9)	0 (0.0)	0 (0.0)	10 (4.8)	13 (7.3)	0 (0.0)	0 (0.0)	6 (6.9)	18 (31.6)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (3.0)	10 (8.5)	0 (0.0)	0 (0.0)	3 (3.7)	2 (5.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
<i>CONS</i> (%)	179 (45.4)	54 (7.4)	57 (40.4)	97 (46.6)	99 (55.3)	27 (87.1)	29 (35.4)	32 (36.8)	22 (38.6)	5 (31.3)	4 (40.0)	13 (38.4)	40 (33.9)	18 (85.7)	22 (64.7)	48 (58.5)	18 (45)	4 (89)	2 (13.3)	4 (99)
<i>Streptococcus</i> spp. (%)	10 (2.6)	0 (0.0)	2 (1.4)	10 (4.8)	2 (1.1)	0 (0.0)	1 (1.22)	4 (4.6)	2 (3.5)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (3.0)	6 (5.1)	0 (0.0)	1 (2.9)	5 (6.1)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
<i>Enterococcus</i> spp. (%)	36 (8.9)	9 (12.3)	28 (19.8)	19 (8.1)	21 (11.7)	0 (0.0)	22 (26.8)	16 (18.4)	1 (1.8)	9 (56.3)	3 (30.0)	2 (6.1)	11 (8.3)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	2 (5.0)	0 (0.0)	3 (20.0)	1 (12.5)
Sonstige Gram-positive Erreger (%)	7 (1.8)	3 (4.1)	4 (2.8)	8 (3.8)	5 (2.8)	2 (6.5)	3 (3.7)	4 (4.6)	2 (3.5)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (3.0)	0 (0.0)	1 (4.8)	1 (2.9)	3 (3.7)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
Gram-negative Erreger (%)	97 (24.6)	0 (0.0)	43 (30.5)	56 (26.9)	29 (16.2)	0 (0.0)	23 (28.1)	19 (21.8)	12 (21.1)	0 (0.0)	3 (30.0)	14 (42.4)	43 (36.4)	0 (0.0)	8 (23.5)	22 (26.8)	13 (32.5)	0 (0.0)	9 (60.9)	1 (12.5)
Cantharid. spp. (%)	23 (5.8)	7 (9.5)	7 (5.0)	8 (3.8)	10 (5.6)	2 (6.5)	4 (4.9)	6 (6.9)	0 (0.0)	2 (12.5)	0 (0.0)	1 (3.0)	8 (6.8)	2 (9.5)	2 (5.9)	1 (1.2)	5 (12.5)	1 (20.0)	1 (6.7)	0 (0.0)

Tabelle 13: Anzahl identifizierter Erreger (höchste Werte auf der jeweiligen Station im jeweiligen Zeitraum fettgedruckt).

CONS: *S. epidermidis*, *S. capitis*, *S. caprae*, *S. haemolyticus*, *S. hominis*, *S. pettenkoferi*, *S. saccharolyticus*.

Sonstige Gram-positive Erreger: *Aerococcus* spp., *Bacillus* spp., *Clostridium* spp., *Corynebacterium* spp., *Cutibacterium acnes*, *Gemella* spp., *Lactococcus* spp.

Gram-negative Erreger: *Acinetobacter ursingii*, *Bacteroides* spp., *Campylobacter jejuni*, *Citrobacter* spp., *Enterobacter cloacae* complex, *Escherichia coli*, *Fusobacterium nucleatum*, *Haemophilus influenzae*, *Klebsiella* spp., *Leifsonia shinsuensis*, *Proteus mirabilis*, *Pseudomonas* spp., *Salmonella typhi*, *Schlegelella* sp., *Serratia marcescens*, *Stenotrophomonas maltophilia*.

4.6.2 Mycosis-Flaschen

Bei separater Betrachtung der Mycosis-Flaschen wurden nicht nur Pilze nachgewiesen, sondern auch in 31 Flaschen (70,5 %) Bakterien. 32 (72,7 %) der in Mycosis-BK detektierten Erreger, konnten zusätzlich in anderen Flaschentypen festgestellt werden. Hierbei handelte es sich um 30,8 % der in Mycosis-Flaschen nachgewiesenen *Candida* spp. und 90,3 % der in Mycosis-Flaschen nachgewiesenen Bakterienspezies; 5,9 % der nachgewiesenen Erreger wurden als Kontaminationen gewertet. Bei 11 BK (91,7 %), in denen der nachgewiesene Erreger nicht in einer weiteren Flasche nachgewiesen werden konnte, war dieser von Relevanz.

Bei 23 (71,9 %) der positiven Mycosis-Flaschen mit zusätzlichem Erregernachweis in einem anderen Flaschentyp wurde eine kürzere Time to Positivity in den aeroben bzw. anaeroben BK detektiert, was bedeutet, dass es in diesen zu einem schnelleren Erregerwachstum kam als in den Mycosis-Flaschen.

4.6.3 Kontaminationen

Als Kontaminationen wurden nach Rücksprache mit dem ärztlichen Personal der Stationen bei fehlenden klinischen Symptomen die dafür typischen CONS, *Corynebacterium* spp. und *Cutibacterium acnes* gewertet, was über den gesamten Messzeitraum 14,0 % aller Flaschen mit Erregerwachstum betraf. Während CONS (davon 26,9 % Kontaminationen) auf allen Stationen nachgewiesen werden konnten, traten Corynebakterien (davon 42,9 % Kontaminationen) lediglich auf der ICU I und der NCU C und Cutibakterien (davon 40,0 % Kontaminationen) auf der ICU I, der ICU C und der NCU C auf (Tabelle 13).

4.7 MRE-Status

Über den gesamten Zeitraum konnten bei 188 (23,9 %) der Patientinnen und Patienten in 200 (23,5 %) Krankenhausaufenthalten multiresistente Erreger (MRE) nachgewiesen werden, von denen die meisten auf der NCU I auftraten. Hier gab es auch den größten Anteil bereits in einem Voraufenthalt nachgewiesener Erreger.

Auf den beiden Interventionsstationen wurden in der Mehrzahl der Fälle bei stationärer Aufnahme der MRE-Status mittels Nasen-Rachen- und/oder rektalem Abstrich ermittelt, auf der ICU C bei allen Patientinnen und Patienten. Auf der NCU C wurde dieser Status dagegen nur bei etwa einem Viertel der Fälle erhoben (Tabelle 14).

	ICU I	ICU C	NCU I	NCU C
Routinemäßige Erhebung des MRE-Status (%)	282 (87,9)	116 (100,0)	146 (95,4)	67 (25,7)
Positiver MRE-Status (%)	65 (20,2)	22 (19,0)	74 (48,4)	39 (14,9)
MRE aus Voraufenthalt bekannt (%)	21 (6,5)	2 (1,7)	52 (34,0)	41 (15,7)

Tabelle 14: Allgemeine Informationen zum MRE-Status. Anzahl und Anteil an Gesamtzahl der Aufenthalte auf den jeweiligen Stationen in % (höchster Wert auf der Station jeweils fettgedruckt).

Auf allen Stationen waren die häufigsten nachgewiesenen MRE VRE, gefolgt von 3 MRGN. Während auf der ICU I 4 MRGN den kleinsten Anteil darstellten, wurden auf der ICU C und der NCU C MRSA am seltensten detektiert. Auf der NCU I wurde kein MRSA nachgewiesen (Abbildung 15). Auf den Interventionsstationen gab es deutlich mehr Aufenthalte, in denen mehrere MRE bei derselben Patientin oder demselben Patienten auftraten (ICU I 24,6 % und NCU I 27,0 % vs. ICU C 9,0 % und NCU C 7,7 % der Aufenthalte mit MRE-Nachweis).

Zu den während der Messperiode nachgewiesenen MRGN zählten: *Enterobacter cloacae* complex, *Escherichia coli*, *Hafnia alvei*, *Klebsiella* spp., *Proteus mirabilis*, *Pseudomonas aeruginosa*.

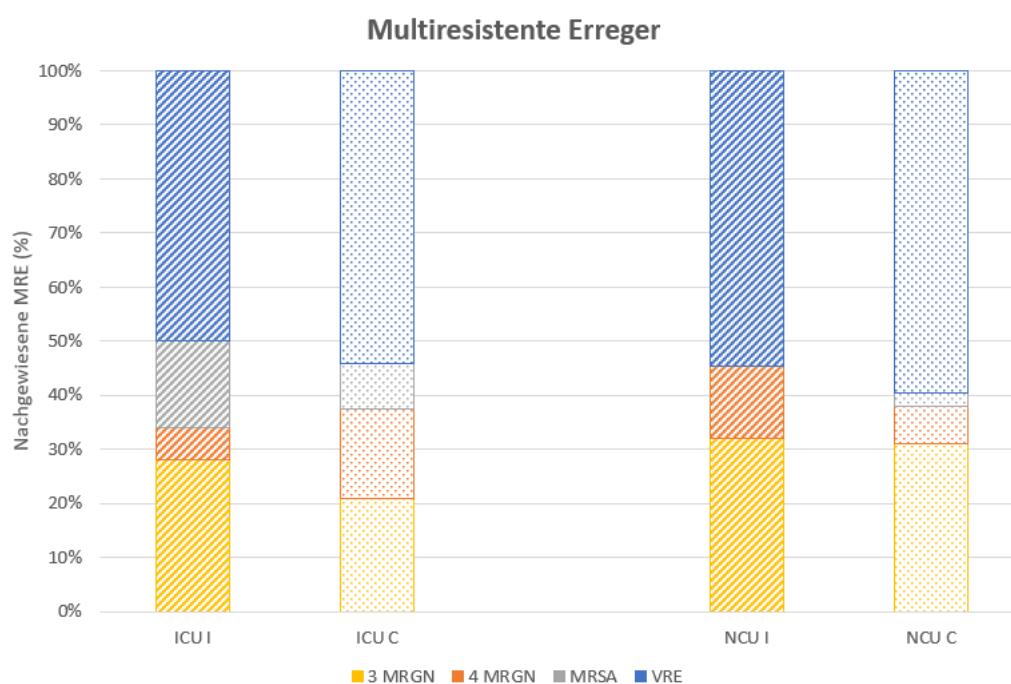


Abbildung 15: Nachgewiesene multiresistente Erreger im Gesamtzeitraum.

In der Gesamtzahl MRE-positiver Proben sind 74 BK enthalten (9,5 % der positiven BK). Lediglich auf der NCU I stellten VRE im Vergleich mit der Gesamtheit der MRE den größten Anteil dar. Auf der ICU I und der NCU C wurde dieser durch 3 MRGN gebildet, wohingegen auf der ICU C in keiner BK MRE auftraten (Tabelle 15).

	ICU I	ICU C	NCU I	NCU C
3 MRGN (%)	16 (47,1)	0 (0,0)	9 (32,1)	9 (75,0)
4 MRGN (%)	2 (5,9)	0 (0,0)	3 (10,7)	0 (0,0)
MRSA (%)	2 (5,9)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
VRE (%)	14 (41,2)	0 (0,0)	16 (57,1)	3 (25,0)

Tabelle 15: Multiresistente Erreger in Blutkulturen (höchster Wert auf der Station jeweils fettgedruckt).

4.8 Antibiotikaverbrauch

Über den Vergleich der Antibiotikabestellungen der einzelnen Stationen von Linezolid, Meropenem, Piperacillin/Tazobactam und Vancomycin wurde auf den Bedarf und folglich den Verbrauch dieser Antibiotika geschlossen.

Insgesamt wurden auf der ICU I die meisten und auf der ICU C die wenigsten Antibiotika bestellt. Bei dem meistbestellten Antibiotikum handelte es sich auf den chirurgischen Stationen und der NCU I um Meropenem sowie auf der NCU C um Piperacillin/Tazobactam und bei dem am wenigsten bestellten um Linezolid auf der ICU I und den internistischen Stationen sowie Vancomycin auf der ICU C.

Im Vergleich der bestellten Antibiotikamengen zwischen ZR 1 und ZR 2 im Durchführungsjahr der Studie (2021) zeigte sich eine Vergrößerung dieser auf nahezu allen Stationen mit wenigen Ausnahmen. Lediglich die Bestellmenge von Linezolid verringerte sich auf der ICU I und der NCU C, von Meropenem auf der NCU C, von Piperacillin/Tazobactam auf der ICU C und von Vancomycin auf der NCU I.

Verglichen mit dem Vorjahr sank 2021 die Gesamtbestellmenge ausschließlich auf der ICU C sowie einzeln betrachtet von Linezolid auf den Kontrollstationen, von Meropenem auf beiden chirurgischen Stationen und von Vancomycin auf allen Stationen (Abbildung 16, Tabelle 16).

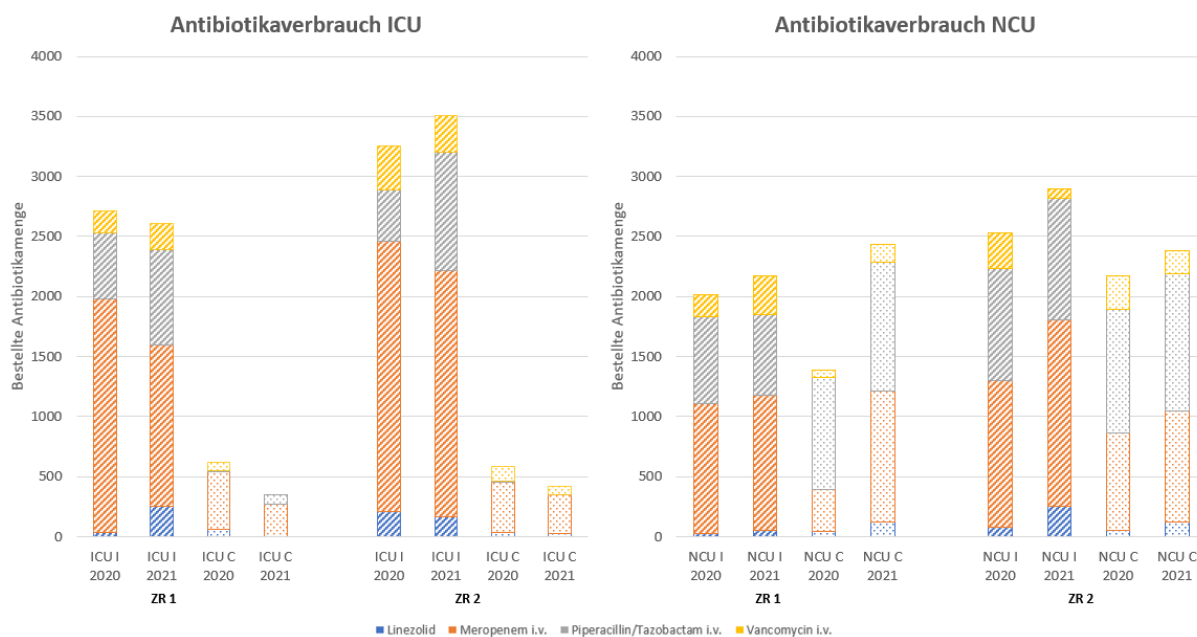


Abbildung 16: Antibiotikaverbrauch der jeweiligen Stationen im Vergleich von ZR 1 und ZR 2 2021 mit den entsprechenden Zeiträumen 2020 (i.v.: intravenös).

		Linezolid (intravenös)	Meropenem (intravenös)	Piperacillin/ Tazobactam (intravenös)	Vancomycin (intravenös)
ICU I	ZR 1	250 (30)	1350 (1950)	790 (550)	220 (186)
	ÜZR	10 (100)	700 (650)	170 (320)	80 (130)
	ZR 2	165 (210)	2050 (2250)	990 (430)	300 (360)
	NZR	80 (30)	690 (720)	340 (80)	60 (90)
	Gesamt	505 (370)	4790 (5570)	2290 (1380)	660 (766)
ICU C	ZR 1	0 (60)	270 (480)	80 (0)	0 (70)
	ÜZR	0 (0)	150 (140)	0 (0)	0 (0)
	ZR 2	25 (35)	320 (420)	0 (10)	0 (120)
	NZR	55 (0)	100 (150)	20 (0)	30 (40)
	Gesamt	120 (125)	840 (1190)	100 (10)	30 (230)
NCU I	ZR 1	50 (60)	1130 (1080)	670 (720)	320 (184)
	ÜZR	0 (20)	240 (260)	500 (260)	50 (150)
	ZR 2	254 (81)	1550 (1220)	1010 (930)	80 (300)
	NZR	60 (0)	810 (140)	300 (110)	90 (40)
	Gesamt	364 (161)	3730 (2700)	2480 (2020)	660 (674)
NCU C	ZR 1	123 (40)	1090 (350)	1070 (920)	150 (60)
	ÜZR	45 (47)	480 (50)	330 (160)	70 (50)
	ZR 2	118 (52)	930 (810)	1140 (1030)	190 (280)
	NZR	38 (0)	200 (170)	290 (320)	20 (80)
	Gesamt	384 (139)	2700 (1380)	2830 (2430)	430 (470)

Tabelle 16: Antibiotikaverbrauch der jeweiligen Stationen in den jeweiligen Zeiträumen. Anzahl der Bestellungen der jeweiligen Antibiotika im Jahr 2021 (Anzahl der Bestellungen der jeweiligen Antibiotika aus den entsprechenden Zeiträumen im Jahr 2020).

4.9 Verweildauer und Outcome der Patientinnen und Patienten

Als Verweildauer wird in dieser die Dauer des Krankenhausaufenthaltes einer Person in Tagen bezeichnet, als Outcome die Situation, in der die betreffende Person das Krankenhaus verlassen hat, beispielsweise eine Entlassung in die Häuslichkeit, eine Verlegung in ein externes Krankenhaus oder das Versterben der Person.

Im Vergleich änderten sich auf den einzelnen Stationen die medianen Verweildauern der Patientinnen und Patienten in den Einzelzeiträumen nur in geringem Ausmaß, jedoch wiesen sie eine große Range auf. Mit 24,0 Tagen auf der NCU I (Range: 1,9 bis 237,3 Tage) und 21,5 Tagen auf der ICU I (Range: 0,5 bis 189,2 Tage) wurden auf den Interventionsstationen im Median längere Aufenthalte verzeichnet als auf den Kontrollstationen mit 18,0 Tagen auf der ICU C (Range: 1,6 bis 100,9 Tage) und 13,3 Tagen auf der NCU C (Range: 0 bis 146,2 Tage).

Bei der Betrachtung des Gesamtzeitraumes wurde auf den internistischen Stationen ein größerer Anteil von Patientinnen und Patienten in die Häuslichkeit entlassen als auf den chirurgischen, davon auf der NCU I der größte. Auf den chirurgischen Stationen fand dagegen bei einem höheren Anteil eine Verlegung in ein externes Krankenhaus statt, welcher auf der ICU C am höchsten war. Der größte Anteil verstorbener Patientinnen und Patienten wurde auf der ICU I und der geringste auf der NCU I festgestellt (Abbildung 17).

Im Vergleich zwischen ZR 1 und ZR 2 zeigten sich ähnliche Häufigkeitsverteilungen der Outcomes auf den einzelnen Stationen, mit einer leichten Zunahme an Entlassungen in die Häuslichkeit auf ICU I (51,9 % im ZR 1 vs. 52,5 % im ZR 2), NCU I (89,1 % vs. 94,8 %) und NCU C (80,6 % vs. 88,6 %). Auf der ICU C kam es dabei zu einer Abnahme (68,6 % vs. 47,5 %), wobei sich hier der Anteil an Verlegungen in externe Krankenhäuser etwa verdoppelte.

Auf allen Stationen war der Anteil der Patientinnen und Patienten, die mindestens eine positive BK-Episode im Krankenhausaufenthalt aufwiesen und im Anschluss in die Häuslichkeit entlassen wurden, größer als der, die in einem Aufenthalt mit Erregernachweis in BK verstarben (Abbildung 17).

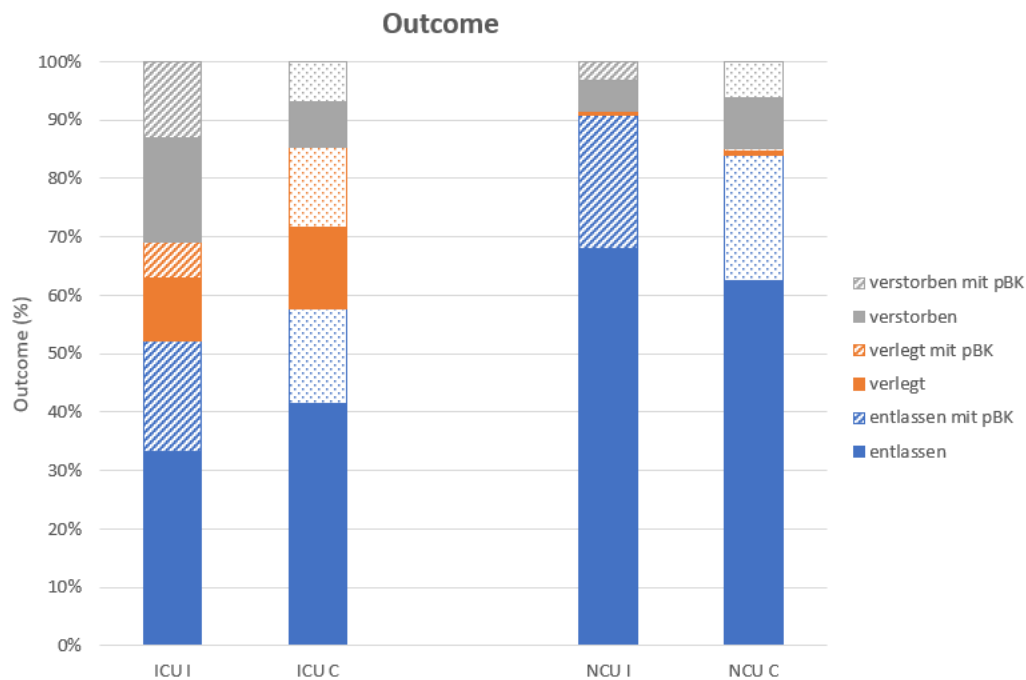


Abbildung 17: Outcome der Patientinnen und Patienten auf den jeweiligen Stationen im Gesamtzeitraum mit jeweiligem Anteil positiver Blutkulturen im Verlauf des Aufenthalts (pBK). Gestreift: Interventionsstationen, gepunktet: Kontrollstationen.

Bei mindestens einer positiven BK-Episode im Verlauf des Aufenthalts konnte auf den internistischen Stationen ein größerer Anteil an Patientinnen und Patienten in die Häuslichkeit entlassen werden, davon auf der NCU I der größte und auf der ICU C der geringste Anteil. Während infolgedessen bei positiver BK im Aufenthalt auf der NCU I der kleinste Anteil verstarb, wurde davon der größte Anteil auf der ICU I festgestellt. Verlegungen in externe Krankenhäuser mit positiver BK-Episode im Verlauf fanden zum größten Teil auf der ICU C statt; auf der NCU I traten diese nicht auf (Abbildung 18).

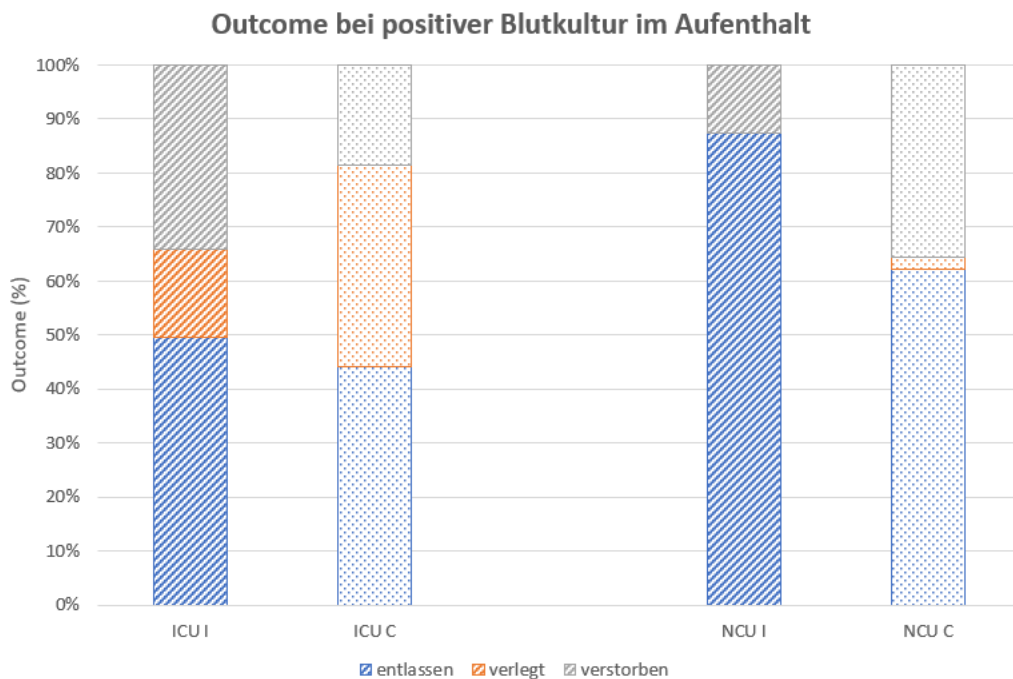


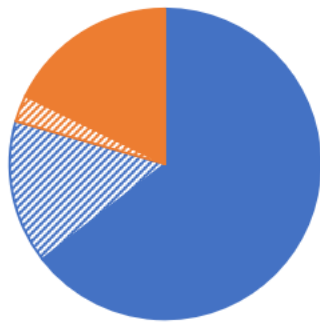
Abbildung 18: Outcome der Patientinnen und Patienten auf den jeweiligen Stationen im Gesamtzeitraum bei mindestens einer positiven Blutkulturepisode im Verlauf des Aufenthalts.

4.10 Personalschulung und -befragung

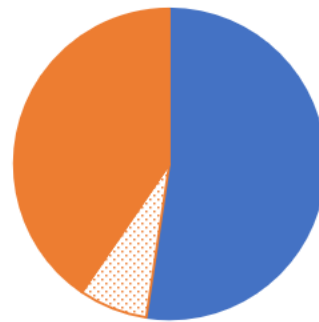
Insgesamt wurde eine vollständige Personalschulung mit anschließender Befragung bei 134 Personen durchgeführt, von denen 88 auf der ICU I (82,2 % des ICU I-Personals) und 46 auf der NCU I (95,8 % des NCU I-Personals) arbeiteten. Die Befragung nach Beendigung des ZR 2 wurde von 73 Personen ausgefüllt, wovon 47 Mitarbeitende der ICU I (43,9 %) und 26 Mitarbeitende der NCU I (54,2 %) waren.

Zum Schulungszeitpunkt wurden auf beiden Stationen sowohl beim Pflegepersonal als auch beim ärztlichen Personal die Mehrheit der Mitglieder befragt, was bei der Abschlussbefragung nur auf der NCU I möglich war; auf der ICU I überwog hier der Anteil des nicht befragten Pflegepersonals (Abbildung 19).

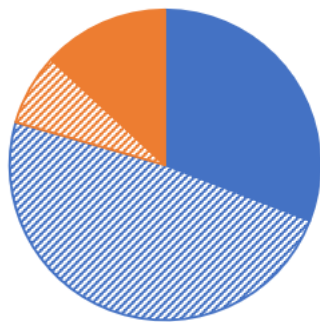
ICU I Befragung nach Schulung



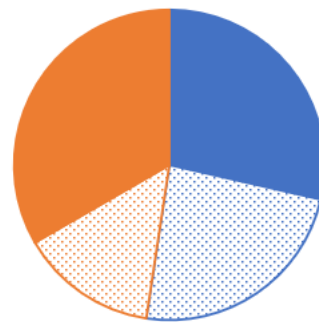
NCU I Befragung nach Schulung



ICU I Befragung nach ZR 2



NCU I Befragung nach ZR 2



■ Pflegepersonal teilgenommen ■ Pflegepersonal nicht teilgenommen
 ■ ärztliches Personal teilgenommen ■ ärztliches Personal nicht teilgenommen

Abbildung 19: Anzahl der Teilnehmenden und Nicht-Teilnehmenden aufgeschlüsselt für die jeweilige Berufsgruppe an vollständiger Schulung und Befragung nach Ende des Zeitraums 2. Gestreift: Intensivstation, gepunktet: Normalstation.

4.10.1 Basischarakteristika des geschulten Personals

Auf beiden Interventionsstationen wies das teilnehmende Personal eine ähnliche Geschlechterverteilung auf, bei der zu allen Zeitpunkten mehr weibliche als männliche Personen befragt wurden (55,3 - 58,7 % weibliche vs. 41,1 - 44,7 % männliche Teilnehmende). Auch das mittlere Alter der Teilnehmenden war auf beiden Stationen ähnlich bei geringfügig jüngerem Personal auf der Normalstation (Tabelle 17).

Die Entscheidung, wann und wo eine BK-Entnahme erfolgen soll, wird laut den Befragten auf der ICU I hauptsächlich durch das ärztliche Personal getroffen, wohingegen dies auf der NCU I nur von etwa 58,7 % bzw. 60,9 % der Teilnehmenden angegeben wurde, und von etwa 39,1 %, dass dies eine gemeinsame Entscheidung von ärztlichem und Pflegepersonal sei. Zu allen drei Befragungszeitpunkten zeigten sich jeweils etwas unterschiedliche, aber ähnliche Ergebnisse.

Auch die Auftragseingabe für die BK-Entnahme wird, laut Befragung, auf der Intensivstation hauptsächlich durch das ärztliche Personal durchgeführt, welches auf der Normalstation dafür nur selten allein zuständig sei. Hier wurde angegeben, dass diese in etwa der Hälfte der Fälle nur durch das Pflegepersonal erfolgt und zu einem etwas geringeren Anteil durch ärztliches

und Pflegepersonal gemeinsam. Auch hier änderten sich die Anteile bei den einzelnen Befragungen jeweils leicht.

Bezüglich der Durchführung der BK-Entnahme wurde auf beiden Stationen von der Mehrheit der Befragten angegeben, dass diese von beiden genannten Personalgruppen erfolgt. Auf der ICU I nahm dieser Anteil bei der Abschlussbefragung zu, während er auf der NCU I abnahm. Hier gaben zusätzlich 30,4 %, 28,2 % und 46,2 % (chronologische Reihenfolge der Befragungen) der Befragten eine BK-Entnahme sowohl durch Pflegepersonal, ärztliches Personal als auch durch medizinische Fachangestellte an (Tabelle 17).

	ICU I V N = 90	ICU I N N = 88	ICU I A N = 47	NCU I V N = 46	NCU I N N = 46	NCU I A N = 26
Teilnehmende						
Weiblich (%)	52 (57,8)	50 (56,8)	26 (55,3)	27 (58,7)	27 (58,7)	15 (57,7)
Männlich (%)	37 (41,1)	37 (42,1)	21 (44,7)	19 (41,3)	19 (41,3)	11 (42,3)
Mittleres Alter in Jahren	33,9	33,8	33,4	32,4	32,6	31,2
Entscheidung, wann und wo BK-Entnahme erfolgen soll						
Nur durch Pflegepersonal (%)	0 (0,0)	1 (1,1)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (3,9)
Nur durch ärztliches Personal (%)	83 (92,2)	83 (94,3)	42 (89,4)	27 (58,7)	28 (60,9)	16 (61,5)
Durch ärztliches und Pflegepersonal (%)	6 (6,7)	4 (4,6)	3 (6,4)	18 (39,1)	18 (39,1)	9 (34,6)
Auftragseingabe						
Nur durch Pflegepersonal (%)	2 (2,2)	2 (2,3)	0 (0,0)	20 (43,5)	20 (43,5)	13 (50)
Nur durch ärztliches Personal (%)	82 (91,1)	75 (85,2)	41 (87,2)	2 (4,4)	2 (4,4)	0 (0,0)
Durch ärztliches und Pflegepersonal (%)	4 (4,4)	11 (12,5)	3 (6,4)	18 (39,1)	17 (37)	9 (34,6)
BK-Entnahme						
Nur durch Pflegepersonal (%)	24 (26,7)	23 (26,1)	6 (12,8)	3 (6,5)	3 (6,5)	1 (3,9)
Nur durch ärztliches Personal (%)	2 (2,2)	2 (2,3)	3 (6,4)	3 (6,5)	3 (6,5)	0 (0,0)
Durch ärztliches und Pflegepersonal (%)	63 (70,0)	62 (70,5)	38 (80,9)	25 (54,4)	27 (58,7)	13 (50,0)

Tabelle 17: Basischarakteristika der Teilnehmenden und allgemeine Informationen zur Blutkulturentnahme auf den Interventionsstationen. V: Befragung vor Schulung, N: Befragung nach Schulung, A: Abschlussbefragung.

4.10.2 Wissenserwerb

Zur Auswertung der Beantwortung der Wissensfragen wurden diese in vier Kategorien eingeteilt. Hierbei wurde als „richtig“ die Auswahl aller möglichen korrekten Antworten gewertet, als „teilweise richtig“, wenn nicht alle richtigen Antworten ausgewählt wurden, aber

auch keine falschen, als „richtig und falsch“ bei der Auswahl von sowohl korrekten als auch falschen Antworten, und als „falsch“, wenn nur falsche Antworten ausgewählt wurden.

Im Vergleich der Befragungen direkt vor und im Anschluss der Personalschulung konnte bei so gut wie allen Fragen eine Vergrößerung des Anteils der richtig beantworteten Fragen erzielt werden.

Insgesamt konnte auf beiden Stationen ein ähnlich großer Wissenserwerb erreicht werden (ICU I: 19,4 % vs. NCU I: 17,7 %), gemessen am Anteil richtiger und teilweise richtiger Antworten zusammen. Auch die Reduktion dieses Anteils nach drei Monaten nach Beendigung des ZR 2 fiel mit 8,8 % auf der ICU I und 9,0 % auf der NCU I ähnlich aus. Bei einem insgesamt geringeren Anteil richtiger und teilweise richtiger Antworten zu Beginn auf der Intensivstation, war hier dieser bei dem Pflegepersonal niedriger, während er auf der Normalstation bei dem ärztlichen Personal etwas geringer ausfiel. Auf beiden Stationen konnte beim ärztlichen Personal ein größerer Wissenszuwachs erzielt werden als bei dem Pflegepersonal (ICU I: 19,9 % bei Pflegepersonal vs. 24,3 % bei ärztlichem Personal; NCU I: 11,8 % vs. 15,3 %) (Tabelle 18).

	ICU I			NCU I		
	V	N	A	V	N	A
Gesamt	61,4	80,8	72,0	65,5	83,2	74,2
Pflegepersonal	59,7	79,6	67,0	72,8	84,6	78,4
Ärztliches Personal	67,0	91,3	77,3	69,4	84,7	70,7

Tabelle 18: Anteile in % von richtigen und teilweise richtigen Antworten bei den einzelnen Befragungen. V: Befragung vor Schulung, N: Befragung nach Schulung, A: Abschlussbefragung nach ZR 2.

Die Beantwortung der Fragen im Einzelnen ist in Tabelle 19 differenziert dargestellt.

Bei Frage 1, die Indikationsstellung von BK-Entnahmen betreffend, stieg sowohl bei pflegerischem als auch bei ärztlichem Personal der Anteil richtiger Antworten deutlich, sodass nach der Schulung die Mehrheit aller Antworten vollständig korrekt war. Auch war dies der Fall in der Abschlussbefragung nach Ende des ZR 2, allerdings auf einem niedrigeren Level.

Bei den Fragen, die die Durchführung der BK-Entnahme betrafen (Fragen 2, 3, 4, 6), wurden nach der Schulung ebenso häufiger richtige Antworten gegeben, allerdings meist in geringerem Ausmaß. Lediglich das Füllvolumen betreffend, war auf der ICU I das Wissen vor der Schulung schon annähernd so ausgeprägt wie danach und nahm auch in geringerem Maße ab. Das Personal der NCU I wies diesbezüglich ein geringeres Vorwissen auf. Bezüglich der Reihenfolge der Entnahme der BK-Flaschen war der Wissenszuwachs nach der Schulung auf der NCU I deutlich größer als auf der ICU I. Bei der Zusatzfrage auf der Intensivstation zur Entnahmereihenfolge mithilfe des BD Vacutainer® wurden direkt nach der Personalschulung zum Großteil richtige Antworten vom gesamten Personal gegeben, nach drei Monaten hatten diese jedoch nur bei dem ärztlichen Personal eine Mehrheit.

Frage 5 zur Nutzung der unterschiedlichen BK-Flaschen wurde zu allen drei Befragungszeitpunkten zum Großteil richtig beantwortet. Während bei dem ärztlichen Personal hier direkt nach der Schulung auf beiden Stationen ein deutlich größerer Anteil richtiger Antworten als zuvor zu verzeichnen war, fiel dieser bei dem Pflegepersonal der NCU I nur sehr gering und bei dem der ICU I kleiner aus. Im Gegensatz dazu wurden nach dem ZR 2 mehr Fragen durch das Pflegepersonal richtig beantwortet als direkt nach der Schulung, was bei dem ärztlichen Personal nicht der Fall war.

Bei Frage 7, die hygienischen Umstände einer Entnahme betreffend, konnte auf der Intensivstation eine deutliche Vergrößerung des Anteils richtiger Antworten erzielt werden, der durch das ärztliche Personal bei der letzten Befragung auf einem ähnlichen Level gehalten werden konnte; bei dem Pflegepersonal sank dieser. Auf der Normalstation hingegen konnte bei dem Pflegepersonal nur ein geringer Anstieg richtiger Antworten festgestellt werden, während dieser bei dem ärztlichen Personal nicht sofort, sondern erst nach Beendigung des ZR 2 zu detektieren war.

Bezüglich der Beschriftung der BK-Flaschen (Frage 8) konnte eine deutliche Zunahme an richtigen Antworten nach der Schulung festgestellt werden, wie auch bei dem ärztlichen Personal auf der NCU I, bei dem zudem ein zusätzlicher Wissenszuwachs bei der Abschlussbefragung zu verzeichnen war. Auf dieser Station wurde die Frage durch das Pflegepersonal zu allen drei Zeitpunkten in der Mehrheit teilweise richtig beantwortet.

Die Wissensabfrage bezüglich Besonderheiten bei zentraler oder arterieller BK-Abnahme (Frage 9) zeigte bei dem ärztlichen Personal der ICU I einen ausgeprägteren Anstieg als bei dem Pflegepersonal nach der Schulung. Auf der NCU I wurden durch die beiden genannten Berufsgruppen keine vollständig richtigen Antworten gegeben. Die Mehrheit der Antworten lag hier bei allen Befragungen bei den teilweise richtigen Antworten sowie bei dem ärztlichen Personal nach ZR 2 bei den richtigen und falschen Antworten.

Bei Frage 10, die sich auf Lagerung und Transport der BK bezog, kam es auf beiden Stationen zu einem leichten Anstieg des Anteils richtiger Antworten.

	ICU I V N = 90	ICU I N N = 88	ICU I A N = 47	NCU I V N = 46	NCU I N N = 46	NCU I A N = 26
Frage 1: Wann werden Blutkulturen entnommen?						
Richtig G	35 (38,9)	78 (88,6)	29 (61,7)	26 (56,5)	44 (95,7)	19 (73,1)
Richtig P	21 (30,0)	60 (87,0)	19 (57,6)	12 (54,6)	22 (100)	10 (83,3)
Richtig Ä	14 (70,0)	18 (94,7)	10 (71,4)	10 (58,8)	16 (94,1)	9 (64,3)
Teilweise richtig G	44 (48,9)	6 (6,8)	16 (34,0)	19 (41,3)	2 (4,4)	6 (23,1)
Teilweise richtig P	39 (55,7)	6 (8,7)	13 (39,4)	9 (40,9)	0 (0,0)	1 (8,3)
Teilweise richtig Ä	5 (25,0)	0 (0,0)	3 (21,4)	7 (41,2)	1 (5,9)	5 (35,7)
Richtig und falsch G	10 (11,1)	4 (4,6)	2 (4,3)	1 (2,2)	0 (0,0)	1 (3,9)
Richtig und falsch P	9 (12,9)	3 (4,4)	1 (3,0)	1 (4,6)	0 (0,0)	1 (8,3)
Richtig und falsch Ä	1 (5,0)	1 (5,3)	1 (7,1)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
Falsch G	1 (1,1)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
Falsch P	1 (1,4)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
Falsch Ä	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
Frage 2: An welcher Stelle werden Blutkulturen abgenommen?						
Richtig G	5 (5,6)	41 (46,6)	17 (36,2)	0 (0,0)	11 (23,9)	6 (23,1)
Richtig P	2 (2,9)	32 (46,4)	11 (33,3)	0 (0,0)	4 (18,2)	3 (25,0)
Richtig Ä	3 (15,0)	9 (47,4)	6 (42,9)	0 (0,0)	5 (29,4)	3 (21,4)
Teilweise richtig G	47 (52,2)	44 (50,0)	24 (51,1)	7 (15,2)	28 (60,9)	2 (7,7)
Teilweise richtig P	36 (51,4)	36 (52,2)	17 (51,5)	3 (13,6)	13 (59,1)	2 (16,7)
Teilweise richtig Ä	11 (55,0)	8 (42,1)	7 (50,0)	2 (11,8)	10 (58,8)	0 (0,0)
Richtig und falsch G	25 (27,8)	3 (3,4)	6 (12,8)	30 (65,2)	7 (15,2)	17 (65,4)
Richtig und falsch P	21 (30,0)	1 (1,5)	5 (15,2)	15 (68,2)	5 (22,7)	7 (58,3)
Richtig und falsch Ä	4 (20,0)	2 (10,5)	1 (7,1)	11 (64,7)	2 (11,8)	10 (71,4)
Falsch G	13 (14,4)	0 (0,0)	0 (0,0)	9 (19,6)	0 (0,0)	1 (3,9)
Falsch P	11 (15,7)	0 (0,0)	0 (0,0)	4 (18,2)	0 (0,0)	0 (0,0)
Falsch Ä	2 (10,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	4 (23,5)	0 (0,0)	1 (7,1)
Frage 3: Wie viele Blutkulturen sollten in welchem Abstand abgenommen werden?						
Richtig G	11 (12,2)	25 (28,4)	13 (27,7)	10 (21,7)	23 (50,0)	13 (50,0)
Richtig P	1 (1,4)	11 (15,9)	4 (12,1)	2 (9,1)	11 (50,0)	7 (58,3)
Richtig Ä	10 (50,0)	14 (73,7)	9 (64,3)	7 (41,2)	3 (17,7)	6 (42,9)
Teilweise richtig G	26 (28,9)	42 (47,7)	26 (55,3)	21 (45,7)	22 (47,8)	12 (46,2)
Teilweise richtig P	18 (25,7)	40 (58,0)	21 (63,6)	11 (50,0)	10 (45,5)	5 (41,7)
Teilweise richtig Ä	8 (40,0)	2 (10,5)	5 (35,7)	6 (35,3)	9 (52,9)	7 (50,0)
Richtig und falsch G	6 (6,7)	5 (5,7)	0 (0,0)	5 (10,9)	1 (2,2)	0 (0,0)
Richtig und falsch P	5 (7,1)	4 (5,8)	0 (0,0)	4 (18,2)	1 (4,6)	0 (0,0)
Richtig und falsch Ä	1 (5,0)	1 (5,3)	0 (0,0)	1 (5,9)	0 (0,0)	0 (0,0)
Falsch G	47 (52,2)	16 (18,2)	8 (17,0)	10 (21,7)	0 (0,0)	1 (3,9)
Falsch P	46 (65,7)	14 (20,3)	8 (24,2)	5 (22,7)	0 (0,0)	0 (0,0)
Falsch Ä	1 (5,0)	2 (10,5)	0 (0,0)	3 (17,7)	0 (0,0)	1 (7,1)
Frage 4: Mit wie viel Blut soll eine aerobe oder anaerobe Blutkultur befüllt werden?						
Richtig G	87 (96,7)	87 (98,9)	45 (95,7)	34 (73,9)	45 (97,8)	24 (92,3)
Richtig P	67 (95,7)	68 (98,6)	31 (93,9)	18 (81,8)	21 (95,5)	11 (91,7)
Richtig Ä	20 (100)	19 (100)	14 (100)	12 (70,6)	17 (100)	13 (92,9)
Teilweise richtig G	0 (0,0)	1 (1,1)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)

Teilweise richtig P	0 (0,0)	1 (5,3)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
Teilweise richtig Ä	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
Richtig und falsch G	2 (2,2)	0 (0,0)	2 (4,3)	3 (6,5)	0 (0,0)	1 (3,9)
Richtig und falsch P	0 (0,0)	0 (0,0)	2 (6,1)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (8,3)
Richtig und falsch Ä	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	2 (11,8)	0 (0,0)	0 (0,0)
Falsch G	1 (1,1)	0 (0,0)	0 (0,0)	9 (19,6)	1 (2,2)	1 (3,9)
Falsch P	1 (1,4)	0 (0,0)	0 (0,0)	4 (18,2)	1 (4,6)	0 (0,0)
Falsch Ä	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	3 (17,7)	0 (0,0)	1 (7,1)
Frage 5: Wozu werden die unterschiedlichen Blutkulturflaschen genutzt?						
Richtig G	69 (76,7)	64 (72,7)	35 (74,5)	21 (45,7)	29 (63,0)	16 (61,5)
Richtig P	57 (81,4)	48 (69,6)	25 (75,8)	13 (59,1)	13 (59,2)	9 (75,0)
Richtig Ä	12 (60,0)	16 (84,2)	10 (71,4)	7 (41,2)	11 (64,7)	7 (50,0)
Teilweise richtig G	10 (11,1)	3 (3,4)	1 (2,1)	10 (21,7)	4 (8,7)	5 (19,2)
Teilweise richtig P	8 (11,4)	2 (2,9)	1 (3,0)	3 (13,6)	1 (4,6)	1 (8,3)
Teilweise richtig Ä	2 (10,0)	1 (5,3)	0 (0,0)	5 (29,4)	3 (17,7)	4 (28,6)
Richtig und falsch G	10 (11,1)	21 (23,9)	11 (23,4)	12 (26,1)	13 (28,3)	5 (19,2)
Richtig und falsch P	5 (7,1)	19 (27,5)	7 (21,2)	5 (22,7)	8 (36,4)	2 (16,7)
Richtig und falsch Ä	5 (25,0)	2 (10,5)	4 (28,6)	4 (23,5)	3 (17,7)	3 (21,4)
Falsch G	1 (1,1)	0 (0,0)	0 (0,0)	3 (6,5)	0 (0,0)	0 (0,0)
Falsch P	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (4,6)	0 (0,0)	0 (0,0)
Falsch Ä	1 (5,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (5,9)	0 (0,0)	0 (0,0)
Frage 6: In welcher Reihenfolge werden Blutkulturen bei herkömmlicher Entnahme mittels Spritze beimpft?						
Richtig G	19 (21,1)	39 (44,3)	15 (31,9)	18 (39,1)	37 (80,4)	16 (61,5)
Richtig P	12 (17,1)	29 (42,0)	8 (24,2)	7 (31,8)	17 (77,3)	5 (41,7)
Richtig Ä	7 (35,0)	10 (52,6)	7 (50,0)	9 (52,9)	14 (82,4)	11 (78,6)
Teilweise richtig G	0 (0,0)	1 (1,1)	1 (2,1)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
Teilweise richtig P	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (3,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
Teilweise richtig Ä	0 (0,0)	1 (5,3)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
Richtig und falsch G	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
Richtig und falsch P	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
Richtig und falsch Ä	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
Falsch G	71 (78,9)	48 (54,6)	31 (66,0)	28 (60,9)	9 (19,6)	10 (38,5)
Falsch P	58 (82,9)	40 (58,0)	24 (72,7)	15 (68,2)	5 (22,7)	7 (58,3)
Falsch Ä	13 (65,0)	8 (42,1)	7 (50,0)	8 (47,1)	3 (17,7)	3 (21,4)
Frage 6*: In welcher Reihenfolge werden BK bei Entnahme mittels BD Vacutainer® abgenommen? (nur auf ICU I)						
Richtig G	x	77 (87,5)	23 (48,9)	x	x	x
Richtig P	x	59 (85,5)	13 (39,4)	x	x	x
Richtig Ä	x	18 (94,7)	10 (71,4)	x	x	x
Teilweise richtig G	x	0 (0,0)	1 (2,1)	x	x	x
Teilweise richtig P	x	0 (0,0)	1 (3,0)	x	x	x
Teilweise richtig Ä	x	0 (0,0)	0 (0,0)	x	x	x
Richtig und falsch G	x	0 (0,0)	0 (0,0)	x	x	x
Richtig und falsch P	x	0 (0,0)	0 (0,0)	x	x	x
Richtig und falsch Ä	x	0 (0,0)	0 (0,0)	x	x	x
Falsch G	x	11 (12,5)	23 (48,9)	x	x	x

Falsch P	x	10 (14,5)	19 (57,6)	x	x	x
Falsch Ä	x	1 (5,3)	4 (28,6)	x	x	x
Frage 7: Unter welchen hygienischen Bedingungen sollte die Blutkulturentnahme erfolgen?						
Richtig G	40 (44,4)	57 (64,8)	25 (53,2)	23 (50,0)	20 (43,5)	13 (50,0)
Richtig P	32 (45,7)	43 (62,3)	15 (45,5)	8 (36,4)	9 (40,9)	4 (33,3)
Richtig Ä	8 (40,0)	14 (73,7)	10 (71,4)	10 (58,8)	7 (41,2)	9 (64,3)
Teilweise richtig G	9 (10,0)	5 (5,7)	6 (12,8)	11 (23,9)	11 (23,9)	4 (15,4)
Teilweise richtig P	7 (10,0)	4 (5,8)	5 (15,2)	7 (31,8)	5 (22,7)	2 (16,7)
Teilweise richtig Ä	2 (10,0)	1 (5,3)	1 (7,1)	4 (23,5)	5 (29,4)	2 (14,3)
Richtig und falsch G	40 (44,4)	26 (29,6)	16 (34,0)	11 (23,9)	15 (32,6)	9 (34,6)
Richtig und falsch P	30 (42,9)	22 (31,9)	13 (39,4)	7 (31,8)	8 (36,4)	6 (50,0)
Richtig und falsch Ä	10 (50,0)	4 (21,1)	3 (21,4)	2 (11,8)	5 (29,4)	3 (21,4)
Falsch G	1 (1,1)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (2,2)	0 (0,0)	0 (0,0)
Falsch P	1 (1,4)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
Falsch Ä	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (5,9)	0 (0,0)	0 (0,0)
Frage 8: Was muss bei der Beschriftung von Blutkulturflaschen beachtet werden?						
Richtig G	17 (18,9)	70 (79,6)	39 (83,0)	7 (15,2)	20 (43,5)	18 (69,2)
Richtig P	10 (14,3)	52 (75,4)	26 (78,8)	0 (0,0)	3 (13,6)	5 (41,7)
Richtig Ä	7 (35,0)	18 (94,7)	13 (92,9)	6 (35,3)	12 (70,6)	13 (92,9)
Teilweise richtig G	64 (71,1)	14 (15,9)	7 (14,9)	34 (73,9)	24 (52,2)	7 (26,9)
Teilweise richtig P	51 (72,9)	13 (18,8)	6 (18,2)	19 (86,4)	18 (81,8)	7 (58,3)
Teilweise richtig Ä	13 (65,0)	1 (5,3)	1 (7,1)	10 (58,8)	5 (29,4)	0 (0,0)
Richtig und falsch G	7 (7,8)	4 (4,6)	1 (2,1)	5 (10,9)	0 (0,0)	1 (3,9)
Richtig und falsch P	7 (10,0)	4 (5,8)	1 (3,0)	3 (13,6)	0 (0,0)	0 (0,0)
Richtig und falsch Ä	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (5,9)	0 (0,0)	1 (7,1)
Falsch G	2 (2,2)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	2 (4,4)	0 (0,0)
Falsch P	2 (2,9)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (4,6)	0 (0,0)
Falsch Ä	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
Frage 9: Was muss bei der Blutkulturentnahme aus einem ZVK oder Port beachtet werden?						
Richtig G	7 (7,8)	33 (37,5)	8 (17,0)	0 (0,0)	2 (4,4)	0 (0,0)
Richtig P	5 (7,1)	23 (33,3)	5 (15,1)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
Richtig Ä	2 (10,0)	10 (52,6)	3 (21,4)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
Teilweise richtig G	8 (8,9)	31 (35,2)	12 (25,5)	24 (52,2)	32 (69,6)	14 (53,9)
Teilweise richtig P	6 (8,6)	27 (39,1)	10 (30,3)	13 (59,1)	18 (81,8)	11 (91,7)
Teilweise richtig Ä	2 (10,0)	4 (21,1)	2 (14,3)	10 (58,8)	12 (70,6)	3 (21,4)
Richtig und falsch G	74 (82,2)	24 (27,3)	25 (53,2)	19 (41,3)	12 (26,1)	12 (46,2)
Richtig und falsch P	58 (82,9)	19 (27,5)	16 (48,5)	9 (40,9)	4 (18,2)	1 (8,3)
Richtig und falsch Ä	16 (80,0)	5 (26,3)	9 (64,3)	6 (35,3)	5 (29,4)	11 (78,6)
Falsch G	1 (1,1)	0 (0,0)	2 (4,3)	3 (6,5)	0 (0,0)	0 (0,0)
Falsch P	1 (1,4)	0 (0,0)	2 (6,1)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
Falsch Ä	9 (45,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (5,9)	0 (0,0)	0 (0,0)
Frage 10: Was ist nach einer Blutkulturentnahme zu beachten?						
Richtig G	4 (4,4)	32 (36,4)	13 (27,7)	3 (6,5)	18 (39,1)	10 (38,5)
Richtig P	3 (4,3)	27 (39,1)	10 (30,3)	0 (0,0)	11 (50,0)	8 (66,7)
Richtig Ä	1 (5,0)	5 (26,3)	3 (21,4)	3 (17,7)	5 (29,4)	2 (14,3)

Die Nutzung der Schulung ergibt sich aus dem Anteil der Teilnehmenden an der Anzahl der Personalmitglieder (ICU I: 82,2 %, NCU I: 95,8 %).

Demnach wurden auf der ICU I von den Maßnahmen die Etiketten zur Angabe der Entnahmelokalisation am meisten genutzt, was bedeutet, dass diese ausgefüllt wurden, gefolgt von der Personalschulung, dem BD Vacutainer®, der Markierung der Füllhöhe vor Beimpfung der BK und den Kitteltaschenkarten. Die wöchentlichen Rückmeldungen zur BK-Entnahme wurden nur zu einem sehr geringen Teil weitergeleitet.

Auf der NCU I wurde dagegen die Schulung am häufigsten wahrgenommen, darauffolgend die Rückmeldungen weitergeleitet, die Etiketten ausgefüllt, die Karten genutzt und die Füllhöhe markiert (Tabelle 20).

Bezüglich der Markierung der Füllhöhe zeigte sich eine Diskrepanz zwischen der in der Abschlussbefragung angegebenen Nutzung von 57,5 % der Teilnehmenden auf der ICU I und 23,1 % der Teilnehmenden auf der NCU I und dem Anteil der tatsächlich markierten Flaschen, der auf der ICU I 20,5 % und auf der NCU I 0,0 % betrug.

	ICU I (N = 47)			NCU I (N = 26)		
	Nutzung		Bewertung	Nutzung		Bewertung
Kitteltaschenkarten	j	6 (12,8)	7,3	j	9 (34,6)	8,7
	t	18 (38,3)		t	9 (34,6)	
	n	21 (44,7)		n	6 (23,1)	
	kA	2 (4,3)		kA	2 (7,7)	
Etiketten Entnahmelokalisation	j	41 (87,2)	7,5	j	17 (65,4)	7,7
	t	2 (4,3)		t	4 (15,4)	
	n	2 (4,3)		n	3 (11,5)	
	kA	2 (4,3)		kA	2 (7,7)	
Weiterleitung Rückmeldungen	j	2 (4,3)	4,9	j	20 (76,9)	7,4
	t	13 (27,7)		t	4 (15,4)	
	n	29 (61,7)		n	0 (0,0)	
	kA	3 (6,4)		kA	2 (7,7)	
Markierung Füllhöhe	j	27 (57,5)	5,6	j	6 (23,1)	6,6
	t	9 (19,2)		t	3 (11,5)	
	n	11 (23,4)		n	16 (61,5)	
	kA	0 (0,0)		kA	1 (3,9)	
BD Vacutainer®	j	33 (70,2)	5,1	j	x	x
	t	4 (8,5)		t	x	
	n	9 (19,2)		n	x	
	kA	1 (2,1)		kA	x	

Tabelle 20: Nutzung und Bewertung der eingeführten Maßnahmen. Nutzung: Anzahl (Anteil in %). j: ja, t: teilweise, n: nein, kA: keine Angabe. Bewertung: Mittelwert auf Skala von 1-10 (1 = sehr schlecht, 10 = sehr gut). x: Maßnahme nicht eingeführt.

Die Bewertung der einzelnen Maßnahmen wurde aus dem Mittelwert, der durch das Personal angegebenen Note von 1 bis 10 ermittelt, wobei 1 den schlechtesten und 10 den besten Wert darstellte.

Die Personalschulung wurde bei der Abschlussbefragung auf der ICU I mit 7,6 und auf der NCU I mit 8,4 bewertet. Daraus ergibt sich, dass auf der Intensivstation die Schulung am besten und die Rückmeldungen am schlechtesten sowie auf der Normalstation die Kitteltaschenkarten am besten und die Markierung der Füllhöhe am schlechtesten bewertet wurden (Abbildung 21).

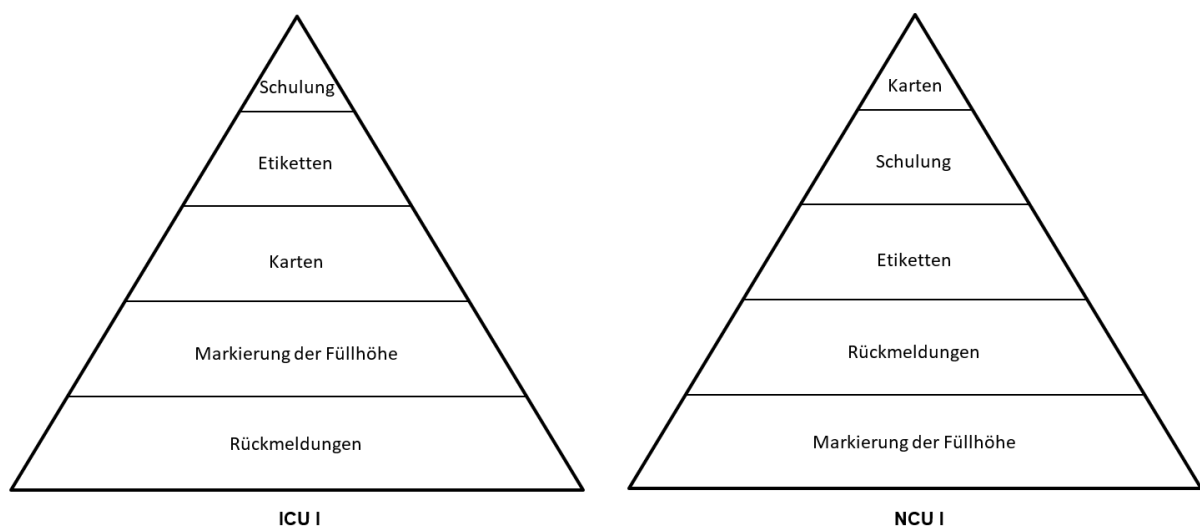


Abbildung 21: Bewertung der eingeführten Maßnahmen. Maßnahme mit bester Bewertung an Pyramidenspitze.

Bei der Befragung speziell zum BD Vacutainer® wurde angegeben, dass dieser durchschnittlich bei 68,0 % der BK-Entnahmen genutzt wurde. Mehr als die Hälfte der Befragten empfand die Entnahme mithilfe des BD Vacutainer® schwieriger als die herkömmliche Methode mit Beimpfung mittels Spritze. Demnach kam es auch nicht zu einer Zeitersparnis. Dagegen wurde ebenso durch mehr als die Hälfte des befragten Personals eine geringere oder teilweise geringere Kontamination der BK erwartet und das Verletzungsrisiko als niedriger eingeschätzt (Tabelle 21).

Außerdem wurde die Möglichkeit gegeben, Probleme im Freitext zu äußern, was von 26 Personen (55,3 %) in Anspruch genommen wurde. Hier kam vor allem die als erschwert empfundene Durchführung der BK-Entnahme und Beimpfung der BK-Flaschen mit dem optimalen Blutvolumen mithilfe des BD Vacutainer® zur Sprache.

	ICU I A (N = 47)
Durchschnittliche Häufigkeit der Nutzung bei BK-Entnahme in %	68,0
Entnahmetechnik einfacher	7 (14,9)
Entnahmetechnik gleich	8 (17,0)
Entnahmetechnik schwieriger	27 (57,5)
Zeitersparnis	6 (12,8)
Gleiche Zeit benötigt	15 (31,9)
Mehr Zeit benötigt	18 (38,3)
Geringere Kontamination erwartet	19 (40,4)
Teilweise geringere Kontamination erwartet	12 (25,5)
Keine geringere Kontamination erwartet	10 (21,3)
Verletzungsrisiko niedriger	26 (55,3)
Verletzungsrisiko gleich	15 (31,9)
Verletzungsrisiko erhöht	0 (0,0)
BD Vacutainer® bevorzugt gegenüber herkömmlicher Methode	3 (6,4)
BD Vacutainer® teilweise bevorzugt gegenüber herkömmlicher Methode	15 (31,9)
BD Vacutainer® nicht bevorzugt gegenüber herkömmlicher Methode	25 (53,2)

Tabelle 21: Bewertung des BD Vacutainer® (Anteil in %).

Zudem wurde das Personal beider Interventionsstationen in der Abschlussbefragung dazu befragt, ob Veränderungen in der BK-Diagnostik feststellbar seien, was auf der ICU I von 24 (51,1 %) und auf der NCU I von 16 Personen (61,5 %) bejaht wurde. Diese seien bezüglich Indikationsstellung, Anzahl der abgenommenen BK, Entnahmelokalisation, Durchführung, hygienischen Bedingungen bei der BK-Entnahme und Füllvolumina aufgetreten. Außerdem wurde eine verbesserte Arbeitsteilung zwischen ärztlichem und Pflegepersonal sowie auf der ICU I eine Wissenszunahme und Sensibilisierung gegenüber der Thematik und auf der NCU I eine genauere Beachtung der Beimpfungsreihenfolge der BK erwähnt. Während die Resonanz zu der durchgeführten Intervention auf der NCU I durchweg positiv war, wurde auf der ICU I unter anderem auch Kritik an der Handhabung der BK und des BD Vacutainer® sowie an der Befüllung der BK geäußert.

Weiterhin wurden von 14 Mitgliedern der ICU I (29,8 %) und 12 Mitgliedern der NCU I (46,2 %) Wünsche für die Zukunft geäußert, die weitere Schulungen und Rückmeldungen in Bezug auf die BK-Diagnostik sowie eine weiterhin gute Zusammenarbeit mit dem IMMH beinhalteten. Auf der ICU I wurde zusätzlich ein verändertes Design der BK-Flaschen bzw. des BD Vacutainer® zur besseren Handhabung gefordert.

5. Diskussion

Bei einer Sepsis handelt es sich unumstritten um einen infektionsmedizinischen Notfall, bei dem in der so genannten „Goldenen Stunde der Sepsis“ ein Therapiebeginn erfolgen sollte, da ein deutlicher Zusammenhang zwischen diesem und der Prognose der Patientinnen und Patienten besteht. Bei einer Verzögerung der Therapie sinkt die Überlebenswahrscheinlichkeit um 7,6 % pro Stunde [11]. Zu dem „Hour-1 bundle“, das innerhalb einer Stunde bei Konsultation aufgrund eines Sepsisverdachtes abgehandelt werden sollte, gehören neben der frühzeitigen, kalkulierten Antibiotikatherapie auch die Messung von Laktat, eine Volumensubstitution, die Gabe von Katecholaminen bei Bedarf sowie die BK-Diagnostik, möglichst noch vor der ersten Antibiotikagabe, da die Erregerdiagnostik für eine gezielte Therapie essenziell ist [41]. Bei der BK-Diagnostik handelt es sich um einen der wenigen Bereiche der Infektiologie, bei dem das klinische Personal durch die Auswahl von Art und Menge der Inkubationsmedien und die Beachtung der Kautelen für deren Gewinnung das Ergebnis der Diagnostik und somit auch das Outcome der Patientinnen und Patienten maßgeblich beeinflusst. Der Präanalytik kommt daher hier eine besondere Stellung zu.

Diese Interventionsstudie beschreibt eine Diagnostic Stewardship-Initiative zur Optimierung der BK-Diagnostik auf verschiedenen Stationen eines Universitätsklinikums. Sie umfasst Wissensevaluationen, Personalschulung mit Fokus auf interdisziplinäre Unterschiede, eine Bewertung der eingesetzten Instrumente durch die Mitarbeitenden und eine laborgestützte Beurteilung der BK-Diagnostik. Ein derartiger kombinierter Ansatz ist nach meinem Wissen bisher noch nicht durchgeführt worden. Im Literaturvergleich fällt auf, dass nur sehr wenige Arbeiten auf schulungsbasierten Interventionsstudien beruhen, die in Europa durchgeführt wurden, weshalb mit dieser Studie ein Beitrag zur Anwendung solcher Interventionen im deutschen bzw. europäischen Gesundheitssystem geleistet werden kann.

Mit einer Gesamtzahl von 787 Patientinnen und Patienten und 9362 analysierten BK-Flaschen ist die Studie, in Relation gesetzt mit Studiendauer und Anzahl beobachteter Stationen, mit vielen anderen schulungsbasierten Interventionsstudien vergleichbar, nicht jedoch bezüglich des kombinierten Ansatzes, der hier verfolgt wurde.

[1][2][21][22][23][36][42][53][67].

5.1 Patientenklientel

Die Auswahl der Interventionsstationen, die unter anderem aufgrund von *S. epidermidis*-Vorjahresdaten des Erregers getroffen wurde, sowie entsprechender Kontrollstationen spiegelt eine breite Klientel an Patientinnen und Patienten wider, da auf diesen sowohl internistische als auch chirurgische Krankheitsbilder mit häufigem Verdacht auf BSI behandelt werden. Außerdem ermöglichte der hier gewählte Studienaufbau eine separate Betrachtung dieser Bereiche sowie von Intensiv- und Normalstationen.

Der weitaus größte Anteil der Patientinnen und Patienten, bei denen im Verlauf der Studie BK abgenommen wurden, befand sich mit 40,3 % auf der ICU I in Behandlung. Die auf allen Stationen zum Teil von der Anzahl der Patientinnen und Patienten abweichende Anzahl an Aufenthalten auf der jeweiligen Station ergab sich durch Entlassung und Wiederaufnahme im gleichen Zeitraum. Diese Zahlen divergierten am meisten auf den beiden internistischen Stationen, was mit der Therapiestrategie der dort behandelten Erkrankungen erklärt werden kann. Es handelt sich hierbei um hämatologische bzw. onkologische Stationen, auf denen die Patientinnen und Patienten für die einzelnen Therapiezyklen in bestimmten Intervallen aufgenommen und bei stabilem Gesundheitszustand direkt im Anschluss wieder entlassen werden.

Die dort behandelten Krankheitsbilder stellen vermutlich ebenso den Grund für die etwas jüngere Altersstruktur der beiden internistischen Stationen im Vergleich zu den chirurgischen Stationen dar.

Hinsichtlich der behandelten Erkrankungen zeigt sich auf der ICU I aufgrund des interdisziplinären Charakters der Station ein sehr heterogenes Bild, während auf den anderen Stationen dieses eher homogen ist, mit einer Mehrheit an kardiovaskulären Erkrankungen auf der ICU C und einer Mehrheit an hämatologischen oder onkologischen Erkrankungen auf den internistischen Stationen. Insgesamt stellten diese so den größten Anteil dar (48,0 %), gefolgt von kardiovaskulären Erkrankungen (19,8 %).

Daneben wurden auch Unterschiede bei den Entzündungsparametern, wie Leukozytenzahl und CRP, die nicht spezifisch sind, wahrgenommen. Im Median wurden die höchsten Werte jeweils auf den chirurgischen Stationen detektiert. Dafür sind die häufig invasiveren Eingriffe auf den chirurgischen Intensivstationen in Betracht zu ziehen.

Die niedrigeren Werte auf den internistischen Stationen sind im Falle der Leukozyten durch eine Immunsuppression, z.B. einer Neutropenie, durch hämatologische bzw. onkologische Erkrankungen sowie deren Behandlung zu erklären.

Eine Gemeinsamkeit aller Stationen ist die durchgehend höhere Anzahl männlicher Patienten. Mit wenigen Ausnahmen betrug dieser Anteil jeweils etwa zwei Drittel. Diese Beobachtung deckt sich mit von Vázquez-Martínez et al. beschriebenen Besonderheiten der geschlechtsspezifischen Immunabwehr: Weibliche Organismen erkranken aufgrund einer frühen, kontrollierten und pro-inflammatorischen mit nachfolgender anti-inflammatorischen Immunantwort, die systemischen Schäden entgegenwirkt, seltener an einer bakteriellen Sepsis als männliche Organismen, bei denen eine späte proinflammatorische Antwort zu systemischen Schäden führt [68]. Zur Altersabhängigkeit dieses Effektes existieren nur wenige Studien, jedoch ist davon auszugehen, dass bei der im Alter stattfindenden hormonellen Umstellung weiblicher Organismen der hier beschriebene immunologische Vorteil abnimmt

[28]. Ein solcher Geschlechtsdimorphismus ist auch in anderen Interventionsstudien zur Verbesserung der BK-Diagnostik erkennbar [21][23].

5.2 Charakteristika entnommener Blutkulturen

Analog zur Anzahl der Patientinnen und Patienten, bei denen eine BK-Diagnostik erfolgte, verhielt sich die Anzahl der BK-Entnahmen anteilig ähnlich. So wurden auch auf der ICU I mit 37,2 % die meisten BK abgenommen, ebenso gefolgt von NCU C, NCU I und ICU C. Geringfügige Unterschiede bei der prozentualen Verteilung ergeben sich hier zum einen durch die Menge der pro Patientin oder Patient entnommenen BK sowie zum anderen dadurch, dass auf den beiden chirurgischen Stationen hauptsächlich Triplets (je eine aerobe, eine anaerobe und eine Mycosis-Flasche) abgenommen wurden, während auf den beiden internistischen Stationen häufiger paarige Entnahmen (je eine aerobe und eine anaerobe Flasche) stattfanden. Solche geltenden Standards sollten regelmäßig evaluiert, gegebenenfalls angepasst und kontrolliert umgesetzt werden.

Auf allen Stationen wurden sowohl vor als auch nach der Schulung im Median lediglich zwei BK-Sets abgenommen, obwohl bei der Schulung erwähnt wurde, dass pro BK-Entnahme zur Sensitivitätssteigerung jeweils drei Sets anzustreben sind. Eine eingeschränkte Praktikabilität dieses Vorgehens in bestimmten Situationen, wie z.B. bei schwierigen Venenverhältnissen oder aufgrund von Zeitmangel, kann hierzu beigetragen haben. Dies deutet darauf hin, dass auf diesen Fakt und seine Notwendigkeit bei künftigen Schulungen verstärkt hingewiesen werden sollte. Derzeit findet eine kritische Diskussion über die tatsächliche Notwendigkeit einer separaten Venenpunktion für jedes zu entnehmende BK-Set zur Minimierung von Kontaminationen statt, welche in den hier durchgeführten Personalschulungen empfohlen wurde. Bei strenger Einhaltung von Desinfektion und Hygienemaßnahmen stellt laut Ekwall-Larson et al. die Entnahme von zwei oder mehr BK-Sets aus einer Punktionsstelle die bessere Alternative dar. Dieses Vorgehen weist eine erhöhte Praktikabilität im Klinikalltag auf, was eine gesteigerte Adhärenz des Personals bezüglich der korrekten Anzahl entnommener BK und somit insgesamt einer gesteigerten Sensitivität der BK-Diagnostik zur Folge haben könnte [20]. Eine Angabe dieser Daten im Median war hier erforderlich, da sie eine Range von ein bis sechs BK-Sets pro Patientin oder Patient und Tag aufwiesen. Aus diesem Grund sollte zukünftig ebenso Erwähnung finden, dass eine Entnahme von mehr als vier Sets nicht sinnvoll ist, da hiermit bereits eine nahezu 100-prozentige Sensitivität erreicht werden kann und sich weitere BK-Entnahmen negativ auf das Patient Blood Management auswirken. Es steigt die Gefahr für eine Phlebotomie-assoziierte Anämie, zudem werden die Kosten für das Gesundheitswesen unnötig gesteigert [72].

Insgesamt wurde jedoch mithilfe der Schulung sowie der weiteren Maßnahmen eine Senkung der Kontaminationsraten auf den Interventionsstationen erreicht, welche auf den

Kontrollstationen nicht nachgewiesen werden konnte. Diese auf Sets bezogene Rate sollte stets unter 3 % liegen [39][72], was auf beiden Interventionsstationen im ZR 2 der Fall war (ICU I: 2,1 %; NCU I 0,4 %). Auf der NCU I lag sie auch im ZR 1 bereits darunter (2,2 %), konnte jedoch im Studienverlauf zusätzlich weiter verringert werden. Dieser Effekt wird weiterhin durch die höheren Kontaminationsraten auf den Kontrollstationen unterstrichen, auf denen keine Schulung stattgefunden hatte, da fehlende Fortbildungen mit erhöhten BK-Kontaminationsraten assoziiert sind, genauso wie rasche Personalfuktuation und ein hohes Arbeitspensum [15]. Bei der Nachbeobachtung konnte auf der ICU I ein Anstieg der Kontaminationsrate auf 3,0 % detektiert werden, was die Sinnhaftigkeit wiederholter Schulungen zur Auffrischung des Wissens bzw. der Sensibilisierung gegenüber der Wichtigkeit der exakten Durchführung der BK-Diagnostik zeigt, um Unsicherheit bei klinischen Entscheidungen, unnötige Antibiotikatherapien, verlängerte Krankenhausaufenthalte und damit verbundene Kosten möglichst gering zu halten [19][31][45]. Auch in anderen Studien konnte die Wirksamkeit solcher Interventionen anhand der Reduktion von BK-Kontaminationsraten bzw. das Gleichbleiben dieser bei erhöhter Positivitätsrate bestätigt werden [21]. Bei zu Beginn zum Teil deutlich höheren Kontaminationsraten als bei den hier beobachteten Stationen, konnten jedoch nicht in jedem Fall weniger als 3 % erreicht werden [1][2]. Teilweise wurden, wie auch bei der NCU I, bereits geringe Kontaminationsraten durch die durchgeführte Intervention noch weiter verringert [32][42][53].

Während die Positivitätsrate über die gesamte Studienperiode hinweg abnahm (9,4 % im ZR 1 vs. 7,6 % im ZR 2), genauso wie der Anteil der Krankenhausaufenthalte mit positiven BK im Verlauf, nahm die durchschnittliche Anzahl der positiven BK-Episoden in einem Aufenthalt zu. Im Gesamtverlauf der Studie war eine Abnahme der anaeroben Standard-BK zugunsten der anaeroben Lytic-BK zu verzeichnen. Diese Entwicklung ist mit der sich durchsetzenden Empfehlung zur Verwendung der Lytic-Flaschen zu erklären, da diese bessere Wachstumsbedingungen für anaerobe Organismen bieten und somit eine verkürzte Detektionszeit für Erreger [5][57]. Zudem zeigte sich eine leichte Reduktion von Mycosis-BK-Entnahmen, was auf die Personalschulung zurückgeführt werden kann. Dabei wurde darauf hingewiesen, dass Mycosis-BK nicht routinemäßig gemeinsam mit aeroben und anaeroben BK abgenommen werden sollten, sondern nur, wenn der Verdacht auf eine Pilzinfektion besteht. Insbesondere auf den beiden chirurgischen Stationen gehört diese Praxis zum Standard, weshalb auf diesen Stationen die Anzahl der eingesandten Mycosis-Flaschen erhöht ist, verglichen mit den beiden internistischen Stationen. Der Versuch einer Änderung dieses Vorgehens mithilfe der Intervention zeigte hier nur einen leichten Effekt.

5.3 Entnahmelokalisationen

Wie in mehreren Arbeiten bereits beschrieben, spielt die Wahl der korrekten Entnahmestelle eine wichtige Rolle in der BK-Diagnostik. So trägt, unter der Annahme, dass peripher entnommene BK seltener kontaminiert sind, die Reduktion von aus Kathetern abgenommenen BK, insbesondere aus arteriellen Kathetern, aber auch ZVK und Ports, dazu bei, dass Kontaminationsraten sinken und damit verbundene negative Folgen minimiert werden [16][49]. In der hier durchgeführten Studie kam es hinsichtlich der gewählten Lokalisationen für die BK-Entnahme zu statistisch signifikanten Veränderungen. Es zeigte sich ein deutlich höherer Anteil an peripheren BK auf beiden Interventionsstationen (ICU I: 22,3 % in ZR 1 vs. 44,0 % in ZR 2; NCU I: 34,4 % vs. 58,3 %), sowie eine signifikant verringerte Menge an arteriellen BK auf der ICU I (30,6 % vs. 4,9 %) und an zentralen BK auf der NCU I (59,1 % vs. 34,4 %). Dass diese Veränderungen auf den Kontrollstationen nicht auftraten, in Kombination mit reduzierten Kontaminationsraten auf den Interventionsstationen, verdeutlicht auch hier den Effekt der Personalschulung, auf die die optimierte Wahl der Entnahmelokalisation zurückzuführen ist. Die dort erwähnten Empfehlungen hinsichtlich der Lokalisation der BK-Entnahme orientieren sich an der deutschen S3-Leitline Sepsis [7].

Laut Befragung resultiert diese Entwicklung vermutlich zudem in einer veränderten Arbeitsteilung bei der BK-Diagnostik, da dort angegeben wurde, dass Pflegepersonal häufig für die zentralen BK-Entnahmen und ärztliches Personal sowie auf der NCU I auch medizinische Fachangestellte für die peripheren BK-Entnahmen verantwortlich sind.

Bezüglich der zentralen BK konnte auf der ICU I kein verändertes Entnahmeverhalten beobachtet werden. Möglicherweise hängt dies mit dem kritischen Krankheitszustand der dort behandelten Patientinnen und Patienten zusammen, bei denen in fast jedem Fall ein ZVK vorliegt, eine Katheterinfektion vermutet wird und die häufig komplizierten Venenverhältnisse aufgrund des kritischen Zustandes der Patientinnen und Patienten eine periphere Entnahme schwierig gestalten können. Zu einer Änderung des Anteils der arteriellen BK auf den internistischen Stationen kann keine Aussage getroffen werden, da diese dafür hier zu selten stattgefunden haben.

Die ähnliche Verteilung der Entnahmelokalisationen auf den Interventionsstationen im NZR, verglichen mit ZR 2, weist auf die Nachhaltigkeit des diesbezüglich vermittelten Wissens hin.

5.4 Indikationsstellung

Die korrekte Indikationsstellung zur Entnahme von BK im Allgemeinen trägt zu einer Vermeidung von unnötigen BK und somit zu einer Entlastung der Patientinnen und Patienten bei, beispielsweise im Sinne eines verbesserten Patient Blood Management, sowie des Gesundheitswesens aufgrund geringerer Behandlungskosten [22].

Bei der hier durchgeführten Studie erfolgte die Angabe der Indikation zur BK-Entnahme im Freitext, was in einer großen Anzahl unterschiedlicher Indikationsstellungen resultierte, welche anhand der Gruppen Immunsuppression, Infektion und Symptom kategorisiert wurden.

Die große Anzahl von Infektionen als Indikation für BK auf der ICU I (92,7 %) ist mit der Funktion der Station als interdisziplinäre operative Intensivstation zu erklären, die Patientinnen und Patienten behandelt, die häufig eine infektiologische Komplikation im Krankheitsverlauf aufweisen. Das betrifft in gleicher Weise die ICU C, womit auch hier Infektionen mit einem Anteil von etwa zwei Dritteln als Hauptindikation zur BK-Entnahme erklärt werden können. Hier wurden jedoch zudem häufig Sterilitätstestungen durchgeführt, die mit etwa einem Drittel der gestellten Indikationen den Großteil der übrigen Indikationen darstellten. Diese wurden in der Analyse der Ergebnisse unter „Sonstiges“ geführt, da sie auf den übrigen beobachteten Stationen kaum von Relevanz waren.

Auf den internistischen Stationen wurde eine breitere Streuung der Indikationen als auf den chirurgischen festgestellt. Hier war auf der NCU I die Immunsuppression der häufigste Grund für eine BK-Entnahme, was wahrscheinlich darauf zurückzuführen ist, dass eine Immunsuppression bei dem Großteil der Patientinnen und Patienten vorliegt, jedoch möglicherweise nicht den primären Grund für die BK-Entnahme darstellt. Auf der NCU C hingegen führten bestimmte Symptome und Infektionen am häufigsten zur BK-Entnahme. Dabei ist jedoch anzumerken, dass Infektionen im Rahmen einer Immunsuppression unabhängig von deren Genese, leichter entstehen und somit vermutlich schon der Verdacht auf eine Infektion die eigentliche Entnahmeindikation darstellt, allerdings durch die bestehende Immunsuppression anders betrachtet wird. Auch das häufigste Symptom, das hier zu einer BK-Entnahme führte, Fieber, deutet auf eine Infektion hin.

In der Literatur zur Thematik der Indikationsstellung bei BK-Entnahmen wird mehrmals beschrieben, dass am häufigsten Fieber oder eine Leukozytose als Gründe für die BK-Entnahme genannt werden, welche allerdings keine hohe Korrelation zu dem Vorhandensein einer Bakteriämie aufweisen [24][43][63]. Diese symptomorientierte Indikationsstellung deckt sich nur teilweise mit der in dieser Studie beobachteten Verfahrensweise des klinischen Personals. Deshalb fällt hier die geringe Korrelation unspezifischer Symptome mit einer Bakteriämie möglicherweise weniger ins Gewicht. Dies trägt zu einer optimaleren Indikationsstellung bei.

5.5 Füllvolumina

Eine wichtige Maßnahme zur Verringerung sowohl falsch-positiver als auch falsch-negativer BK ist die Einhaltung eines flaschenspezifischen Blutvolumens [29], welches bei den hier hauptsächlich analysierten aeroben, anaeroben und Mycosis-BK von BD BACTEC™ laut

Herstellerangaben 8-10 ml beträgt mit einem Optimum bei 8 ml. Veränderungen diesbezüglich konnten im Studienverlauf lediglich teilweise beobachtet werden.

Während bei beiden Interventionsstationen jeweils bei drei und bei beiden Kontrollstationen jeweils bei zwei Flaschentypen eine Annäherung an das optimale Füllvolumen, bezogen auf das durchschnittliche Volumen, stattfanden, wurden nach der Personalschulung in ZR 2 auf der ICU I bei zwei Flaschentypen ein durchschnittliches Blutvolumen von mehr als zehn Millilitern (Überfüllung) sowie auf der NCU I bei einem Flaschentyp ein durchschnittliches Füllvolumen von weniger als acht Millilitern (Unterfüllung) festgestellt. Auch auf den Kontrollstationen traten Unterfüllungen auf. Höhere Anteile korrekt befüllter BK konnten auf den chirurgischen Stationen bei jeweils zwei und auf den internistischen Stationen bei jeweils einem Flaschentyp erzielt werden.

Bereits im ÜZR wurden durch das Personal der ICU I Probleme bei der Handhabung des BD Vacutainer® angegeben, der auf dieser Station während der Personalschulung eingeführt wurde. Beschrieben wurden unter anderem eine kompliziertere Entnahmetechnik im Vergleich zu der herkömmlichen mittels Spritze, schwierige Handhabung bei unruhigen Patientinnen und Patienten und eine Schaumbildung bei Auftreffen des Blutes auf das in der Flasche befindliche Medium. Dies führte zu einem allgemeinen Mangel an Adhärenz einiger Personalmitglieder gegenüber der durchgeführten Maßnahme. Zusätzliche Begehungen und Konsultationen zur Lösung der Probleme brachten nur bedingt eine Besserung. Vorhandene Literatur zu Vakuum-Systemen beschreibt diese Problematik nicht; es existieren nach aktueller Evaluation allerdings keine aktuellen Studien, die diese thematisieren [3][8][60]. Zu nicht vollständig optimierten Füllvolumina könnte zudem eine häufig fehlende, vom Hersteller allerdings empfohlene Markierung der Flasche geführt haben, die die korrekte Befüllung erleichtern soll. Das Design der Volumenskala auf den BK-Flaschen wurde von der Firma in Fünf-Milliliter-Schritten gewählt, was ein exaktes Befüllen der Flasche mit der richtigen Blutmenge erschwert. Dieser Erklärungsversuch kann für die NCU I nicht angeführt werden, da hier der BD Vacutainer® nicht verwendet wurde. Aufgrund dessen, dass auf dieser Station, im Gegensatz zur ICU I, häufiger Unterfüllungen als Überfüllungen auftraten, wirkten sich hier möglicherweise schwierige Venenverhältnisse, die häufig bei hämatologischen bzw. onkologischen Patientinnen und Patienten zu finden sind [44], negativ auf die Befüllung der BK aus. Auch die Einhaltung strenger Cut-off-Werte von 8 ml bzw. 10 ml, bei denen bei der Datenanalyse beispielsweise eine Flasche mit 7,9 ml als unterfüllt und mit 10,1 ml als überfüllt gilt, kann auf beiden Stationen dazu beigetragen haben, dass nur teilweise verbesserte Füllvolumina erreicht werden konnten. Insgesamt zeigte sich im Schnitt über alle Flaschen eine relativ große Varianz, da, bezogen auf die Füllmenge, hohe Standardabweichungen vorlagen.

Eine weitere Problematik ergab sich durch die unterschiedliche Beschaffenheit der Mycosis-Flaschen aus Glas oder Plastik, wobei auf das Material bei der Bereitstellung kein Einfluss genommen werden konnte. Hier fielen die Glasflaschen im ZR 1 mit einem signifikant erhöhten Blutvolumen auf, was im ZR 2 nicht mehr nachgewiesen werden konnte. Diese Beobachtung impliziert, dass die durchgeführte Schulung zu einer Nivellierung dieses Effektes geführt haben könnte, ohne dass Materialunterschiede darin speziell erwähnt worden wären. Geschultes Personal scheint demnach auch bei unbekannten Besonderheiten in der Präanalytik diesen nach Schulung auszugleichen. Mögliche Materialabhängigkeiten in der BK-Diagnostik wurden nach meinem Wissen bis zum heutigen Zeitpunkt noch nicht untersucht und sollten daher Gegenstand zukünftiger Studien sein.

Eine Analyse zur Ermittlung möglicher Korrelationen zwischen in der Flasche befindlichem Blutvolumen und der Time to Positivity erbrachte aufgrund von einer teilweise zu geringen Anzahl an positiven bzw. kontaminierten BK nur in bestimmten Fällen ein statistisch signifikantes Ergebnis. Dass kontaminierte Flaschen mit einem zu hohen Blutvolumen eine fast doppelt so lange Time to Positivity aufwiesen wie korrekt befüllte, unterstreicht die Wichtigkeit eines optimalen BK-Füllvolumens. Sowohl tatsächliche Bakteriämien als auch Kontaminationen können so schneller identifiziert und das für die Patientinnen und Patienten beste Prozedere ermittelt werden. Einen Hinweis auf eine erhöhte Rate an falsch-positiv identifizierten BK bei nicht korrektem Blutvolumen könnte die kürzere Time to Positivity bei nicht korrekter im Vergleich zu korrekter Befüllung geben. Das konnte bei nicht als kontaminiert bewerteten BK demonstriert werden. Auch hier stellen möglicherweise die streng gewählten Cut-off-Werte für das korrekte Volumen eine Limitation der Interpretation dar, ebenso wie andere, bei der BK-Entnahme aufgetretene Probleme.

5.6 Erregerspektrum

Bei den 818 nachgewiesenen Erregern handelte es sich in fast der Hälfte der Fälle um CONS, die, mit wenigen Ausnahmen, ebenso bei Betrachtung der einzelnen Zeiträume jeweils den größten Anteil an Erregern auf den einzelnen Stationen darstellten. Dies ist zum einen dadurch erklärbar, dass sie Bestandteil der residenten Hautflora sind und somit in geeigneter Situation als Pathogene Bakteriämien auslösen können. Zum anderen handelt es sich auch bei einem Großteil der als Kontaminationen interpretierten Erreger um CONS [4][15][69]. Eine Möglichkeit, weshalb der Anteil nachgewiesener CONS auf der ICU I im ZR 2 im Vergleich zum ZR 1 gesunken ist (55,3 % in ZR 1 vs. 33,9 % in ZR 2), wäre eine Korrelation mit der verminderten Kontaminationsrate auf dieser Station. Das war in umgekehrter Weise auch auf der NCU C der Fall (36,8 % vs. 58,5 %). Auf der NCU I, auf der auch weniger Kontaminationen auftraten, stieg allerdings der Anteil detektierter CONS im ZR 2 verglichen mit ZR 1 (35,4 % vs. 64,7 %). Dies könnte auf eine erhöhte Anzahl immunkompromittierter Patientinnen und

Patienten zurückzuführen sein, da diese ein erhöhtes Risiko aufweisen, sich nosokomial mit CONS zu infizieren [25]. Bei einer von Lin et al. durchgeführten Intervention zeigte sich neben einer reduzierten Kontaminationsrate ebenso eine verringerte CONS-Rate, wobei hier *S. epidermidis* separat analysiert wurde, dessen Nachweisrate postinterventionell einen leichten Anstieg zeigte [42]. Ramirez et al. beschreiben jedoch auch eine geringere CONS-Rate bei reduzierter Kontaminationsrate [56]. Zudem legen die Ergebnisse einer Studie von Yamamoto et al. dar, dass die CONS-Rate einen Anstieg der Kontaminationsrate vorhersagen kann [74]. Der zweitgrößte Anteil (24,6 %) nachgewiesener Erreger wurde durch Gram-negative Bakterien gebildet, lediglich auf der ICU C wurden diese nicht detektiert. Ein Vergleich mit Vorjahresdaten dieser Station zeigt, dass zuvor Gram-negative Erreger nachgewiesen werden konnten, jedoch auch hier in deutlich geringerem Ausmaß als auf den anderen in dieser Studie beobachteten Stationen. Dementsprechend ist anzunehmen, dass die Indikationsstellung zur BK-Entnahme auf der ICU C optimiert werden sollte, da ein solch geringer Nachweis Gram-negativer Erreger auf eine nicht korrekte Indikationsstellung hindeutet. Zu diskutieren ist jedoch auch, dass ein geringeres Infektionsrisiko für Gram-negative Erreger bei Patientinnen und Patienten einer Station für Herz-Thorax-Chirurgie denkbar wäre, da beispielsweise Endokarditiden zu einem überwiegenden Anteil von Gram-positiven Erregern verursacht werden [6].

In den Mycosis-Flaschen, in denen die Wachstumsbedingungen für Pilze optimiert sind, wurden neben Pilzen in etwas weniger als drei Vierteln dieser Flaschen auch Bakterien angezüchtet. Ein ähnlicher Anteil der in Mycosis-Flaschen detektierten Erreger konnte außerdem in anderen Flaschentypen nachgewiesen werden. Dabei handelte es sich bei etwas weniger als einem Drittel der Erreger um in Mycosis-Flaschen angezüchtete Pilze und bei ungefähr dem dreifachen Anteil um darin detektierte Bakterien. Dies bedeutet jedoch nicht, dass etwa 70 % der Pilze nicht nachgewiesen werden würden, wenn auf die Beimpfung von Mycosis-Flaschen verzichtet werden würde. Auch in anderen Flaschentypen, vor allem in aeroben BK, wurden Pilze angezüchtet, die keinen Nachweis in zeitgleich entnommenen Mycosis-BK fanden. Bei einem Nachweis von Erregern sowohl in Mycosis- als auch in aeroben oder anaeroben Flaschen, wiesen aerobe bzw. anaerobe BK in drei Vierteln der Fälle eine kürzere Time to Positivity und damit eine schnellere Feststellung des Erregerwachstums auf als Mycosis-BK. Dabei handelte es sich hauptsächlich um Bakterienspezies. Die wenigen Mycosis-Flaschen mit einer kürzeren Time to Positivity als bei den aeroben bzw. anaeroben BK enthielten Pilzkulturen, was die Relevanz unterschiedlicher Anzuchtbedingungen zusätzlich unterstreicht. Diese Ergebnisse verringern nicht die Bedeutung von Mycosis-BK. Die meisten der Erreger, die nur in Mycosis-BK detektiert wurden, waren von Relevanz. Trotzdem ist eine differenziertere Indikationsstellung für die Anwendung dieser Spezialflaschen, beispielsweise bei konkretem Verdacht auf eine Pilzinfektion, erforderlich, da

deren Nutzung nicht in jedem Fall nötig ist. Weitere Studien bestätigen, dass der Einsatz von sowohl aeroben als auch Mycosis-BK zur Detektion von Pilzen geeignet ist. Während Nawrot et al. eine simultane Nutzung dieser beiden Flaschentypen empfehlen, die sich in der Erregerfeststellung gegenseitig ergänzen können [46], erachten Tomazin et al. beide Flaschentypen als gleichwertig und raten lediglich bei Kryptokokkose- oder Aspergillose-Verdacht zu einer zusätzlichen Mycosis-BK-Entnahme [66]. Bei sich unter antimykotischer Therapie befindenden Patientinnen und Patienten konnte in mehreren Studien hingegen ein Vorteil aerober gegenüber Mycosis-Flaschen demonstriert werden [37][40][59].

Die in dieser Studie nachgewiesenen Erreger, deren Auftreten als Kontamination bewertet wurde (CONS, Coryne- und Cutibakterien), stellen typische Kontaminationserreger dar und decken sich mit Ergebnissen anderer Studien [15][19][31].

5.7 MRE-Status

Bei etwas weniger als einem Viertel der Patientinnen und Patienten sowie der Krankenhausaufenthalte erfolgte der Nachweis multiresistenter Erreger. Die meisten davon traten auf der NCU I auf bei etwas weniger als der Hälfte der Patientinnen und Patienten dieser Station. Das könnte mit der dort häufig vorhandenen Immunsuppression der Behandelten in Zusammenhang stehen und den gehäuften Krankenhauskontakten aufgrund der Grunderkrankung. Auf der Kontrollstation NCU C hingegen fanden mit etwa 15 % die wenigsten MRE-Nachweise statt. Dies könnte aus einer geringer ausgeprägten Immunsuppression der Patientinnen und Patienten resultieren, ergibt sich möglicherweise aber auch dadurch, dass auf dieser Station nur bei etwa einem Viertel der Aufnahmen routinemäßig der MRE-Status mittels Nase-/Rachen- und/oder rektalem Abstrich durchgeführt wurde. Die Anzahl an MRE-Infektionen könnte höher sein, was durch das geringer ausgeprägte Abstrichverhalten jedoch maskiert sein könnte. Auf den beiden Interventionsstationen wurde der MRE-Status bei einem Großteil der Patientinnen und Patienten erhoben, auf der ICU C in allen Fällen. Die beiden chirurgischen Stationen wiesen mit einem Anteil von etwa einem Fünftel der Patientinnen und Patienten einen ähnlichen Anteil an MRE-Nachweisen auf. Die auf der ICU C obligatorische Feststellung des MRE-Status in Kombination mit der zweitniedrigsten MRE-Nachweisrate der beobachteten Stationen deutet möglicherweise darauf hin, dass hier der tatsächlich geringste Anteil an MRE-Infektionen auftrat.

Insgesamt handelte es sich bei VRE mit 52,8 % um die am häufigsten nachgewiesenen MRE, gefolgt von 3 MRGN. MRSA wurden lediglich auf der NCU I nicht nachgewiesen, was dadurch erklärt werden könnte, dass hier nur bei etwa einem Drittel der Routine-Testungen auf MRE ein Nase-/Rachen-Abstrich durchgeführt wurde und somit ein Nachweis von MRSA in diesem Bereich beispielsweise unwahrscheinlicher war als auf der ICU I, auf der in fast allen Fällen

auch ein Nase-/Rachen-Abstrich in der Testung inkludiert war. Auf dieser Station wurde im Vergleich der vier beobachteten Stationen der größte Anteil an MRSA detektiert. Während auf der NCU I, analog zur Gesamtheit der nachgewiesenen MRE, VRE auch in BK die häufigsten MRE waren, stellten 3 MRGN auf der ICU I und NCU C den größten MRE-Anteil in BK dar. Auf der ICU C hingegen konnten in keiner BK MRE festgestellt werden. Hier wäre eine Korrelation zum generell fehlenden Nachweis Gram-negativer Erreger mit den bereits beschriebenen Vermutungen zur Ursache denkbar. Dagegen schätzten Cassini et al. In einer Publikation von 2019 europaweit die Anzahl Gram-negativer Erreger mit Antibiotikaresistenzen in ihrer Gesamtheit sowie von MRSA höher ein als die von VRE [9]. Dieser Unterschied, insbesondere die vergleichsweise hohe Anzahl nachgewiesener VRE in der hier beschriebenen Studie, könnte auf die häufige Immunsuppression der hier untersuchten Patientenklientel und dem damit verbundenen erhöhten Einsatz von Antibiotika, unter anderem Vancomycin, zurückzuführen sein.

Weiterhin fiel auf, dass auf den Interventionsstationen deutlich mehr Aufenthalte vorlagen als auf den Kontrollstationen, bei denen bei derselben Patientin bzw. demselben Patienten mehrere MRE detektiert wurden. Dies könnte auf vergleichsweise schwerere Krankheitsverläufe auf den beiden Interventionsstationen hindeuten.

5.8 Antibiotikaverbrauch

Aufgrund der verringerten Anzahl kontaminierter BK nach der Intervention war mit einem geringeren Antibiotikabedarf in ZR 2 und somit einer kleineren Bestellmenge zu rechnen, da, angesichts der geringeren Anzahl falsch-positiver BK, theoretisch weniger Infektionen hätten therapiert werden müssen. Entgegen dieser Vermutung wurden im ZR 2 allerdings häufig in größerer Anzahl die in dieser Studie analysierten Antibiotika Linezolid, Meropenem, Piperacillin/Tazobactam und Vancomycin bestellt als im ZR 1. Auch im Vergleich zum Vorjahr lag die Gesamtbestellmenge im Studienjahr 2021, mit Ausnahme auf der ICU C, in den jeweiligen Zeiträumen über der von 2020. Bei Betrachtung der Bestellmengen des Jahres 2020 fällt jedoch auf, dass auch hier in dem Zeitraum, der ZR 2 entsprach, größere Anzahlen bestellter Antibiotika vorlagen als in dem ZR 1 entsprechenden Zeitraum. Eine Einsparung von Antibiotika konnte demnach nicht demonstriert werden, da möglicherweise in ZR 2 insgesamt mehr therapiebedürftige Infektionen aufgetreten und so die selteneren Kontaminationen weniger zum Tragen gekommen sein könnten.

Insgesamt wurde die größte Antibiotikamenge auf der ICU I und die geringste auf der ICU C bestellt. Das aus der Bestellmenge resultierend am meisten genutzte Antibiotikum war in ZR 1 und ZR 2 Meropenem auf allen beobachteten Stationen, lediglich auf der NCU C fand im ZR 2 Piperacillin/Tazobactam häufiger Verwendung. Die geringste Bestellmenge zeigte sich für Linezolid, mit Ausnahme auf der ICU C, auf der ausschließlich im NZR und somit am

seltensten Vancomycin bestellt wurde. Dies könnte hier ebenso mit der Erkrankungsschwere der jeweiligen Patientenklientel in Zusammenhang stehen.

Weiter muss festgehalten werden, dass Bestellschwankungen für Antibiotika sich im Jahresbedarf mitteln, weshalb hier, um eine vollständige Aussage treffen zu können, längere Beobachtungsintervalle optimaler wären.

5.9 Verweildauer und Outcome der Patientinnen und Patienten

Bei separater Betrachtung der einzelnen Zeiträume konnten auf den beobachteten Stationen keine deutlichen Veränderungen bezüglich der Verweildauern festgestellt werden. Auffällig war jedoch, dass alle Bereiche eine große Range aufwiesen. Sowohl die längste mittlere Verweildauer mit 24,0 Tagen als auch die größte Range konnten hierbei auf der NCU I registriert werden, gefolgt von der ICU I. Die geringste mittlere Verweildauer wurde auf der NCU C (13,3 Tage), die geringste Range auf der ICU C verzeichnet. Wie bei zuvor beschriebenen, analysierten Parametern lässt sich daher auch hier ein Zusammenhang mit der Schwere der Erkrankungsbilder vermuten, da diese auf den Interventionsstationen aufgrund der gegebenen Überwachung von der Genese her häufiger vorkommen als auf den Kontrollstationen. Auf den Interventionsstationen traten häufiger Mehrfachinfektionen mit MRE auf (20,2 % auf der ICU I und 48,4 % auf der NCU I vs. 19,0 % auf der ICU C und 14,9 % auf der NCU C), die eine Verlängerung der Aufenthalte herbeigeführt haben können.

Während mehr Entlassungen in die Häuslichkeit auf den internistischen Stationen stattfanden (90,8 % auf der NCU I und 83,9 % auf der NCU C vs. 52,3 % auf der ICU I und 57,8 %) auf der ICU C), wurden von den chirurgischen Stationen mehr Patientinnen und Patienten in externe Krankenhäuser verlegt (16,8 % auf der ICU I und 27,6 % auf der ICU C vs. 0,7 % auf der NCU I und 1,1 % auf der NCU C). Der höchste Anteil Verstorbener zeigte sich auf der ICU I (30,8 %), der geringste auf der NCU I (8,5 %). Eine ähnliche Verteilung wurde bei der separaten Betrachtung von Aufenthalten mit positiven BK im Verlauf festgestellt. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass auf den chirurgischen Stationen hochakute Erkrankungen behandelt werden, bei denen ein letaler Verlauf bisweilen unvermittelt eintreten kann. Aufgrund der häufiger gegebenen Entlassfähigkeit der hämato-onkologischen Patientinnen und Patienten werden diese auf den betreffenden Stationen oft auch bei kurzfristig letaler Prognose in die Häuslichkeit entlassen. Im Vergleich von ZR 1 mit ZR 2 fiel bei der ICU I (51,9 % in ZR 1 vs. 52,5 % in ZR 2), der NCU I (89,1 % vs. 94,8 %) sowie der NCU C (80,6 % vs. 88,6 %) eine Zunahme der Entlassungen in die Häuslichkeit auf, während diese sich auf der ICU C, unter Zunahme der Verlegungen in externe Krankenhäuser, verringerten (68,6 % vs. 47,5 %). Hier könnte die durchgeführte Intervention, mit einer adäquateren Therapie als Folge, Einfluss auf diese Entwicklung genommen haben. Ein Grund, weshalb die NCU C als Kontrollstation postinterventionell mehr Patientinnen und Patienten in die Häuslichkeit

entlassen hat, besteht möglicherweise darin, dass ein Teil der geschulten Ärztinnen und Ärzte sowohl auf der NCU I als auch auf der NCU C tätig waren, da dies aufgrund der Laufzeit der Studie und Stationsrotationen nicht vermeidbar war. Somit könnte die Schulung auch auf dieser Kontrollstation teilweise zu einer Veränderung geführt haben. Zudem werden Patientinnen und Patienten bei Besserung der klinischen Situation in einigen Fällen von der NCU I auf die NCU C verlegt, was ebenfalls zu einem erhöhten Anteil von Entlassungen in die Häuslichkeit beigetragen haben könnte.

In der Literatur existieren bezüglich Verweildauer und Outcome nach Interventionen zur Optimierung der Diagnostik unterschiedliche Ergebnisse. Während O'Donnell et al. eine signifikant verringerte Aufenthaltsdauer im Krankenhaus der Patientinnen und Patienten mit Erregernachweis in der BK feststellen konnten [51], ergaben sich beispielsweise in Studien von Fabre et al., Tai et al. und Woods-Hill et al. prä- und postinterventionell ähnliche Verweildauern bzw. Mortalitätsraten [23][64][73].

5.10 Personalschulung und -befragung

Als zentrales Element der Intervention kommen der Personalschulung und der Befragung zu Wissen und Evaluation der BK-Diagnostik besondere Bedeutung zu.

Mit 82,2 % geschulten Personals auf der ICU I und 95,8 % auf der NCU I konnte hierbei eine sehr hohe Schulungsquote erzielt werden. Die Abschlussbefragung drei Monate nach der Schulung hingegen wurde auf der ICU I lediglich von etwas weniger und auf der NCU I von etwas mehr als der Hälfte des Personals absolviert. Im Vergleich mit anderen Interventionsstudien zeigte sich hier eine deutlich höhere Beteiligungsrate bei den Personalschulungen, an den Befragungen nahm ein ähnlicher bzw. etwas geringerer Anteil als bei anderen Studien teil [2][17][53]. Dennoch konnten umfangreiche Informationen zur Bewertung der durchgeführten Maßnahmen gewonnen werden.

Hinsichtlich Altersstruktur und Geschlechterverteilung sind die beiden Interventionsstationen vergleichbar. Während auf der Intensivstation mehrheitlich angegeben wurde, dass Indikationsstellung und Auftragseingabe durch das ärztliche Personal erfolgen, ist dies auf der Normalstation ein interdisziplinärer Prozess. Die Durchführung der BK-Entnahme sei die Aufgabe beider Personalgruppen sowie auf der NCU I auch die von medizinischen Fachangestellten. Erwähnung fand hier zudem, dass auf beiden Stationen das Pflegepersonal häufiger für die BK-Entnahme an Kathetern zuständig sei, während periphere Entnahmen häufiger durch das ärztliche Personal sowie auf der NCU I auch durch die medizinischen Fachangestellten durchgeführt würden. Ein Anstieg der Entnahmen durch das ärztliche Personal auf der ICU I kann durch die erhöhte Anzahl peripher abgenommener BK erklärt werden. Ein solcher Anstieg war auf der NCU I, trotz Zunahme peripherer BK, nicht zu verzeichnen. Dies könnte mit einer vermehrten Angabe der Entnahme durch „Sonstige“

zusammenhängen, wobei es sich in den meisten Fällen hier um medizinische Fachangestellte handelte.

5.10.1 Wissensermittlung

Zur Evaluation des Erfolges der durchgeführten Schulung wurde das Personal jeweils einmal vor der, einmal direkt im Anschluss an die sowie einmal drei Monate nach beendeter Personalschulung zum Wissensstand bezüglich der BK-Diagnostik befragt. Hier waren stets die gleichen Multiple Select-Fragen zu beantworten, deren Antworten anhand vier verschiedener Kategorien analysiert wurden: richtig, teilweise richtig (nicht alle korrekten Antworten ausgewählt), richtig und falsch (korrekte und nicht korrekte Antworten ausgewählt) und falsch. Diese Unterscheidung erfolgte, da eine teilweise richtige Beantwortung der Fragen positiver zu bewerten ist, als wenn neben richtigen Antworten auch falsche gegeben wurden. Die Ergebnisse der Befragung zeigten einen Wissenszuwachs ähnlichen Ausmaßes auf beiden Stationen (ICU I: 61,4 % richtige und teilweise richtige Antworten vor vs. 80,8 % nach Schulung; NCU I: 65,5 % vs. 83,2 %), wofür sowohl richtige als auch teilweise richtige Antworten einbezogen wurden. Die Teilnehmenden der Abschlussbefragung hatten in 95,7 % auch an einer Schulung teilgenommen, auf der NCU I entsprach dieser Anteil 100,0 %. Der nach drei Monaten festgestellte Wissensverlust erwies sich als annähernd übereinstimmend (ICU I: 72,0 %; NCU I: 74,2 %), jedoch geringer als der Wissenserwerb, weshalb die Personalschulung insgesamt als Erfolg bewertet werden kann. Trotz dieses Zusammenhangs ergibt sich hieraus die Notwendigkeit, derartige Schulungsangebote regelmäßig zu wiederholen, um den Verlust von Erlerntem möglichst gering zu halten und das Wissen bezüglich BK-Diagnostik weiter auszubauen und zu verstetigen. Bei einer solchen Maßnahme muss auch eine Personalrotation bzw. -fluktuation bedacht werden.

Bei einem leicht größeren Wissenszuwachs wurde bei allen drei Befragungen insgesamt auf der ICU I ein etwas geringerer Anteil richtiger und teilweise richtiger Antworten ermittelt. Auf dieser Station bestand bei dem Pflegepersonal etwas weniger Vorwissen als bei dem ärztlichen Personal (59,7 % richtige und teilweise richtige Antworten bei Pflegepersonal vs. 67,9 % bei ärztlichem Personal); auf der NCU I war dies umgekehrt (72,8 % vs. 69,4 %). Während sich hier dieser Umstand nach der Schulung nivellierte (84,6 % vs. 84,7 %), konnte auf der ICU I eine Vergrößerung des Wissensunterschiedes zwischen ärztlichem und Pflegepersonal festgestellt werden (79,6 % vs. 91,3 %), da der Wissenserwerb bei dem ärztlichen Personal umfangreicher ausfiel als bei dem Pflegepersonal. Allerdings fand bei dem ärztlichen Personal auch ein etwas verstärkter Wissensverlust statt (12,6 % weniger richtige und teilweise richtige Antworten bei Pflegepersonal vs. 14,0 % bei ärztlichem Personal). Hier sollte unter anderem eine hohe Rotation des ärztlichen Personals Berücksichtigung finden, da es sich bei der ICU I um eine Ausbildungsstation für Ärztinnen und Ärzte in Weiterbildung für Anästhesie handelt. Ein solcher Effekt zeigte sich ebenso auf der NCU I (6,2 % weniger vs.

13,3 %), auf der dies zu einem deutlichen Unterschied bezüglich des Wissensstandes zugunsten des Pflegepersonals führte. Diese Ergebnisse demonstrieren, dass es sich sowohl bei der Wissensvermittlung als auch beim Wissenserhalt um eine interdisziplinäre Problematik handelt. Für alle an der Diagnostik beteiligten Berufsgruppen muss bereits während der Ausbildung bzw. des Studiums der Grundstein dafür gelegt werden. Im Verlauf sind Wiederholungen der entsprechenden Thematiken berufsgruppenübergreifend erforderlich.

In dieser Studie wurde analysiert, dass mit dem stattgefundenen Wissenserwerb bzw. -verlust häufig Verbesserungen bzw. Verschlechterungen bei den einzelnen Bestandteilen der BK-Diagnostik korrelieren, die bei Beachtung zu einer Optimierung dieser beitragen können.

Bezüglich der Indikationsstellung zur BK-Entnahme zeigte sich eine deutliche Zunahme von richtigen Antworten (ICU I: 38,9 % vor vs. 88,6 % nach der Schulung; NCU I: 56,5 % vs. 95,7 %), weshalb von einer fundierteren Entscheidungsgrundlage nach der Schulung auszugehen ist. Dies kann positive Folgen für Patientinnen und Patienten haben, im Sinne eines optimierten Patient Blood Managements sowie durch eine Steigerung der Anzahl richtig-positiver Befunde [22][43][72].

Hierzu sowie zu einem schnelleren Erregernachweis könnte zudem ein optimales Füllvolumen der BK-Flaschen einen Beitrag leisten [14][29][36]. Das Füllvolumen betreffend, war auf beiden Interventionsstationen, vor allem aber auf der ICU I ein sehr guter Wissenstand bereits vor der Personalschulung vorhanden (ICU I: 96,7 % richtige Antworten; NCU I: 73,9 %). Analog dazu traten auch nur teilweise Veränderungen bezüglich des Füllvolumens auf, es kam weiterhin zu Über- und Unterfüllungen der Flaschen. Hier zeigt sich, dass nicht nur theoretisches Wissen zur BK-Diagnostik von Bedeutung ist, sondern dass zusätzlich weitere Umstände bei der praktischen Umsetzung eine Rolle spielen. Zu erwähnen sind hierbei nicht veränderbare Faktoren wie beispielsweise schwierige Venenverhältnisse, jedoch auch Faktoren, auf die Einfluss genommen werden kann, wie unter anderem die Akzeptanz eingesetzter Hilfsmittel und ein sinnvolles BK-Flaschendesign.

Ein schnellerer Nachweis richtig-positiver Befunde kann außerdem mit der Beachtung der richtigen Beimpfungsreihenfolge der BK in Zusammenhang stehen, um die optimalen Wachstumsbedingungen in den BK-Flaschen nicht zu beeinträchtigen [50]. Vorkenntnisse hierüber waren auf beiden Interventionsstationen, vor allem bei dem Pflegepersonal, eher gering ausgeprägt (ICU I: 21,1 % richtige Antworten; NCU I: 39,1 %). Auf beiden Stationen konnte hier durch die Schulung ein Wissenszuwachs erzielt werden, auf der NCU I jedoch wesentlich stärker als auf der ICU I (44,3 % richtige Antworten nach Schulung auf der ICU I vs. 80,4 % auf der NCU I). Ein Wissensverlust fand hier bei dem Pflegepersonal in deutlich größerem Umfang statt (ICU I: 17,8 % weniger richtige Antworten bei Abschlussbefragung bei Pflegepersonal vs. 2,6 % bei ärztlichem Personal; NCU I: 35,6 % vs. 3,8 %). Eine mögliche

Erklärung für den größeren Wissensverlust bei dem Pflegepersonal besteht darin, dass BK-Diagnostik im Gegensatz zum Medizinstudium kein Bestandteil des Ausbildungscurriculums für Pflegekräfte ist, somit die Schulungsinhalte für Pflegekräfte teilweise komplett neues Wissen enthielten und dieses aufgrund der Präsentation ohne selbstständige Erarbeitung im Vergleich zur Wiederholung der Inhalte bei dem ärztlichen Personal schneller wieder verloren geht. Folglich wäre in diesem Fall eine andere Aufbereitung des Wissens mit Wiederholung in einem kürzeren zeitlichen Abstand eventuell zielführender.

Bei einer Optimierung des Patient Blood Managements ist auch die Anzahl abgenommener BK von Bedeutung, bei der ein Kompromiss zwischen einer Steigerung der Sensitivität und einer Verminderung des diagnostischen Blutverlustes gefunden werden muss [72]. Bei der Befragung wurde hier eine deutliche Diskrepanz zwischen ärztlichem und Pflegepersonal beider Stationen aufgezeigt, da bei letzterem weitaus weniger Vorwissen bestand (ICU I: 26,8 % richtige Antworten bei Pflegepersonal vs. 90,0 % bei ärztlichem Personal). Mit insgesamt 76,1 % auf der ICU I und 97,8 % auf der NCU I konnte auch hier zumeist der Anteil richtiger und teilweise richtiger Antworten vergrößert werden, jedoch nicht bei dem ärztlichen Personal der Normalstation, bei dem dieser Anteil bei der Befragung im Anschluss an die Personalschulung sank (76,5 % richtige Antworten vor vs. 70,6 % nach der Schulung). Paradoxiereise kam es bei der Abschlussbefragung zu einer deutlichen Zunahme dieses Anteils, auch im Vergleich zu der Befragung vor der Schulung (92,9 %). Ein möglicher Erklärungsansatz für diese Beobachtung wäre ein Missverständnis bei der Schulung, dessen Auswirkungen sich über die Zeit verloren hätten. Ebenso wäre eine Etablierung der korrekten Routine im Verlauf denkbar.

Bezüglich des Wissens zu Füllvolumen, Anzahl abzunehmender BK sowie Reihenfolge der Beimpfung der Flaschen besteht demnach Potenzial zur Verbesserung. Bei zukünftigen Schulungen sollten diese Themen daher stärker in den Fokus gerückt werden.

Da auch eine korrekte Handhabung der BK nach der Beimpfung, beispielsweise eine korrekte Beschriftung und ein schneller Weitertransport, bedeutsam ist, wurde auch dies bei der Wissensermittlung abgefragt. Hier konnte festgestellt werden, dass bei beiden Berufsgruppen bereits gut ausgeprägtes Vorwissen zu Beschriftung sowohl nach der Schulung als auch bei der Abschlussbefragung nochmals gesteigert werden konnte (ICU I: 90,0 % richtige und teilweise richtige Antworten vor vs. 95,5 % nach Schulung vs. 97,9 % zur Abschlussbefragung; NCU I: 89,1 % vs. 95,7 % vs. 96,1 %). Zum Transport der BK waren auf der NCU I mehr Vorkenntnisse sowohl bei ärztlichem als auch bei Pflegepersonal vorhanden (60,0 % auf der ICU I vs. 78,2 % auf der NCU I), die aber auf beiden Stationen durch die Schulung gesteigert werden konnten (72,8 % vs. 86,9 %). Demnach kann die Vermittlung dieser Thematik bei der Personalschulung als adäquat erachtet werden. Ein Wissensverlust wurde hier vor allem bei dem ärztlichen Personal, insbesondere dem der NCU I, deutlich (16,6 % weniger richtige und

teilweise richtige Antworten auf der ICU I vs. 32,3 % auf der NCU I), das mutmaßlich eher selten für den Transport von BK verantwortlich ist. Hier zeigt sich der interdisziplinäre Charakter der gesamten BK-Diagnostik, bei dem Kenntnisse aller Schritte für die Interpretation eines Befundes sinnvoll sind bzw. das Nichtwissen dieser Inhalte einen potenziellen Störfaktor in diesem Prozess darstellt. Wissen, mit dem eine bestimmte Berufsgruppe nicht alltäglich konfrontiert ist, bleibt weniger erhalten und sollte daher gerade auch dieser wiederholt dargeboten werden.

Weiterhin wurden Kenntnisse zu den hygienischen Bedingungen einer BK-Entnahme als wichtiger Aspekt zur Reduktion von Kontaminationen abgefragt, wobei das Vorwissen diesbezüglich auf der Normalstation ausgeprägter war (54,4 % richtige und teilweise richtige Antworten auf der ICU I vs. 73,9 % auf der NCU I). Auf der Intensivstation konnte ein Wissenszuwachs nachgewiesen werden, der bei dem ärztlichen Personal deutlicher ausgeprägt war (68,1 % bei Pflegepersonal vs. 79,0 % bei ärztlichem Personal). Bei diesem kam es hier, im Gegensatz zu dem Pflegepersonal, auch kaum zu einem Verlust des erworbenen Wissens (7,4 % weniger richtige und teilweise richtige Antworten bei Pflegepersonal vs. 0,5 % bei ärztlichem Personal). Ein gegenteiliger Effekt zeigte sich auf der Normalstation, auf der sowohl direkt im Anschluss an die Personalschulung als auch bei der Anschlussbefragung der Anteil richtiger und teilweise richtiger Antworten bei beiden Berufsgruppen sank (67,4 % nach Schulung, 2,0 % weniger zur Abschlussbefragung). Dies führte jedoch nicht zu einem Anstieg kontaminierter BK. Die ohnehin schon geringe Kontaminationsrate auf dieser Station verringerte sich im ZR 2 und ÜZR weiter. Auf der ICU I kann eine Korrelation der verbesserten Befragungsergebnisse mit der gesunkenen Kontaminationsrate vermutet werden, ebenso wie ein leichter Anstieg im ÜZR bei nachgewiesenem Wissensverlust in der Abschlussbefragung. Aufgrund der bedingten Aussagekraft der Befragungsergebnisse zur Hygiene ist davon auszugehen, dass ein anderer Aspekt stärker zu einer Verringerung des Anteils kontaminierter BK beigetragen hat. Wahrscheinlich ist hier ein Zusammenhang mit häufigerer peripherer BK-Abnahme zuungunsten von Entnahmen aus zentralen und arteriellen Kathetern, bei denen in verschiedenen Studien ein erhöhtes Kontaminationsrisiko nachgewiesen werden konnte [16][35][49]. Damit vereinbar ist auch der deutliche, bei beiden Berufsgruppen ähnliche Wissenszuwachs zur Entnahmelokalisation auf beiden Interventionsstationen, allerdings ausgeprägter und mit geringerem Wissensverlust auf der ICU I (ICU I: 57,8 % richtige und teilweise richtige Antworten vor vs. 96,6 % nach vs. 87,3 % zur Abschlussbefragung; NCU I: 15,2 % vs. 84,8 % vs. 30,8 %). Zudem konnte der Anteil richtiger und teilweise richtiger Antworten, BK-Entnahmen aus Kathetern im Speziellen betreffend, deutlich gesteigert werden (ICU I: 16,7 % vor vs. 72,7 % nach Schulung; NCU I: 52,2 % vs. 74,0 %. Bei dieser Thematik könnte eine Erklärung für die im ÜZR auf der ICU I gestiegene und auf der NCU I weiter

gesunkene Kontaminationsrate liegen, da auf der Intensivstation bei dem gesamten Personal ein Wissensverlust auftrat (30,2 % weniger richtige und teilweise richtige Antworten), auf der Normalstation allerdings nur bei dem ärztlichen Personal (49,2 %). Für das Pflegepersonal konnte hier ein größerer Wissenserwerb als für das ärztliche ermittelt werden, der sich mit einer leichten Steigerung in der Abschlussbefragung als nachhaltig erwies (9,9 % mehr richtige und teilweise richtige Antworten). Da auf dieser Station die BK-Entnahmen aus Kathetern vorrangig durch das Pflegepersonal durchgeführt werden, könnte die Beachtung der Besonderheiten diesbezüglich ebenso mit einer geringeren Kontaminationsrate einhergegangen sein. Diese Ergebnisse lassen auf eine gute Vermittlung der Thematik bei der Personalschulung schließen.

Diese, bei der Ermittlung des personellen Wissensstandes erhobenen Daten demonstrieren die Notwendigkeit von regelmäßigen Schulungsangeboten. Aufgrund der derzeitigen Ausbildung aller an der präanalytischen BK-Diagnostik beteiligten Berufsgruppen, bei der beispielsweise bei Pflegekräften diese Inhalte nicht vermittelt werden, kann tiefgründiges Wissen zur fehlerfreien Durchführung nicht vorausgesetzt und sollte daher gezielt vermittelt und wiederholt werden, um eine optimale Betreuung von Patientinnen und Patienten zu ermöglichen.

5.10.2 Evaluation der Maßnahmen

Neben dieser objektiven Wissenserhebung fand ebenso eine subjektive Evaluation der eingeführten Maßnahmen durch das Personal statt. Dies diente der Ermittlung der Akzeptanz der Maßnahmen sowie von Faktoren, die die BK-Diagnostik aus Sicht des Personals beeinträchtigen können.

Während auf der NCU I mit 95,8 % fast das gesamte Personal geschult werden konnte, nahm auf der ICU I ein etwas geringerer Anteil an den Schulungen teil (82,2 %). Dies kann mit der starken Personalfluktuations auf der Intensivstation in Zusammenhang stehen. Zudem besitzt die Normalstation deutlich weniger Personalmitglieder sowie weniger Notfallsituationen und -aufnahmen, was eine Organisation von Fortbildungsangeboten für diese wesentlich vereinfacht. Bei der Abschlussbefragung wurden die Befragten um Angaben darüber gebeten, wie häufig die weiteren angebotenen Optimierungsmaßnahmen genutzt wurden, wobei sich Unterschiede ergaben. Beispielsweise war das meistgenutzte Angebot auf der NCU I die Personalschulung, während auf der ICU I die Etiketten zur Angabe der Entnahmelokalisation häufiger Verwendung fanden. Auf der NCU I hingegen standen an zweiter Stelle die wöchentlichen Rückmeldungen, da diese hier durch die Stationsleitung öfter weitergeleitet wurden. Aufgrund der mangelnden Weitergabe dieser Informationen an das Personal wurden diese auf der ICU I am seltensten genutzt. Diese Stellung nahm auf der NCU I die Markierung der Füllhöhe auf den BK-Flaschen ein, was damit begründet werden kann, dass auf dieser Station die Beimpfung der BK mittels Spritzen erfolgte, bei denen das entsprechende

Blutvolumen bereits auf der Skala abzulesen ist und eine zusätzliche Markierung an den BK-Flaschen nicht zwingend notwendig macht. Die Kitteltaschenkarten mit nützlichen Informationen zur BK-Entnahme wurden auf beiden Stationen selten eingesetzt. Anzunehmen ist hier, dass die Karten bei Kleidungswechsel eventuell nicht wieder eingesteckt oder versehentlich entsorgt wurden. Eine Möglichkeit, dieses Problem zu umgehen, wäre zum Beispiel das Anbringen von Postern mit den wichtigsten Informationen zu BK an einer für alle an der BK-Diagnostik beteiligten Personalmitglieder sichtbaren Stelle. Denn wie an dem stattgefundenen Wissensverlust zu erkennen ist, wäre eine so durchführbare Auffrischung der Kenntnisse unzweifelhaft sinnvoll.

Hier wird eine Diskrepanz zwischen Nutzung und Bewertung der Maßnahmen deutlich, da beispielsweise die Kitteltaschenkarten auf der NCU I die beste Bewertung erhielten, was die Grundidee unterstützen, jedoch einen Hinweis auf eine notwendige Verbesserung bei der Umsetzung geben kann. Die gut frequentierte Schulung wurde bei der Bewertung auf der ICU I an erster sowie auf der NCU I an zweiter Stelle genannt. Analog zur Angabe der Nutzung wurden auf der ICU I die Rückmeldungen und auf der NCU I die Markierung der Füllhöhe am schlechtesten bewertet, was mit der geringen Nutzung zu erklären ist.

Da auf der ICU I zusätzlich zu den bereits genannten Maßnahmen der BD Vacutainer® eingeführt wurde, erfolgte im Rahmen der Abschlussbefragung auf dieser Station auch eine Evaluation dieses Entnahmewerkzeuges, welches zu einer vereinfachten sowie sichereren Durchführung von BK-Entnahmen beitragen soll [3][77]. Das hier befragte Personal gab im Gegensatz dazu allerdings mehrheitlich (57,5 %) eine erschwerte Handhabung im Vergleich zur herkömmlichen Entnahme mittels Spritze an sowie eine fehlende Zeitersparnis. Als problematisch wurde hierbei angegeben, dass das in den Flaschen vorhandene Vakuum größer sei als das optimale Füllvolumen. Das sich als wenig praktikabel erweisende Flaschendesign mit einer Skala in Fünf-Milliliter-Schritten bei einem zumeist benötigten Volumen von acht Millilitern macht eine Markierung der Füllhöhe vor Beginn der BK-Abnahme notwendig, was als zusätzlicher Arbeitsschritt als unangenehm empfunden wurde. Zudem wurde angegeben, dass bei schwieriger klinischer Situation, beispielsweise bei unruhigen Patientinnen und Patienten oder komplizierten Venenverhältnissen, ein Halten der Flaschen in gerader Position zum Erkennen der korrekten Füllhöhe häufig nicht möglich war. Angegeben wurde auch, dass eine Schaumbildung stattdessen, wenn das Blut auf das in der Flasche befindliche Medium treffe, was ebenso ein Erkennen erschwere. Um Lösungen für diese Probleme zu finden sowie Bedenken zu beseitigen und die korrekte Handhabung dieses Vakuumadapters nochmals zu veranschaulichen, wurden Begehungen inklusive Demonstration der korrekten BK-Entnahme auf der Station durchgeführt, was leider nicht den gewünschten Erfolg einbrachte. Möglicherweise könnte die erwähnte Schaumbildung mit einer

häufiger stattfindenden zentralen Entnahme der BK in Zusammenhang stehen, bei der das Blut mit mehr Druck in die BK-Flaschen gelangt als bei einer peripheren Entnahme. Zudem befindet sich am BD Vacutainer® eine speziell geschliffene, dünnwandige Butterfly-Kanüle zur Erhöhung der Fließgeschwindigkeit bei gleichem äußeren Lumen, die die Blutentnahme erleichtern soll [75]. Insgesamt ist hier zu erwähnen, dass sich innerhalb des Personals der ICU I eine negative Dynamik bezüglich des BD Vacutainer® entwickelt hatte, was zu einer geringen Akzeptanz dessen und somit einer eingeschränkten Beurteilbarkeit des tatsächlichen Nutzens dieses Werkzeuges führte. Positiv hervorzuheben ist jedoch, dass dennoch eine geringere Kontaminationsrate sowie ein geringeres Risiko für Nadelstichverletzungen von den Befragten erwartet wurde.

Bei der Abschlussbefragung wurde auf der ICU I von 51,1 % bzw. auf der NCU I von 61,5 % der Teilnehmenden angegeben, dass Veränderungen bei der BK-Diagnostik feststellbar seien, vorrangig Indikationsstellung, BK-Anzahl, Entnahmelokalisation und Durchführung der Entnahme betreffend, sowie dass eine verbesserte Arbeitsteilung zwischen den unterschiedlichen Berufsgruppen stattfinde. Auf der ICU I seien zudem eine Wissenszunahme bezüglich und Sensibilisierung gegenüber der BK-Diagnostik aufgefallen sowie auf der NCU I die Reihenfolge der Beimpfung der BK häufiger beachtet worden. Diese positiven Rückmeldungen konnten anhand der beschriebenen Ergebnisse objektiviert werden und sind mit großer Wahrscheinlichkeit der durchgeführten Intervention zuzuschreiben, welche somit als erfolgreich bewertet werden kann. Kritik wurde lediglich auf der ICU I geäußert, wo der BD Vacutainer® negative Resonanz erhielt und ein optimiertes Flaschendesign zur erleichterten Beimpfung der BK-Flaschen gefordert wurde.

Abschließend bestand jedoch sowohl auf der chirurgischen als auch auf der internistischen Interventionsstation der Wunsch nach einer engen Zusammenarbeit mit dem IMMh mit Durchführung von Schulungen sowie statistischen Rückmeldungen bezüglich der abgenommenen BK. Diese Anliegen decken sich mit meiner Bewertung der in der Studie durchgeführten Maßnahmen als sinnvolle wie notwendige Werkzeuge, um die BK-Diagnostik sowohl für Patientinnen und Patienten als auch Kliniken bestmöglich zu gestalten und diesen Standard auf einem hohen Niveau aufrecht zu erhalten.

6. Literaturverzeichnis

1. Alahmadi YM, McElnay JC, Kearney MP, Aldeyab MA, Magee FA, Hanley J, Bailie R, Donaldson W, Johnston K, Kinoulty S, Doherty A, Tate A, Scott MG (2015) Tackling the problem of blood culture contamination in the intensive care unit using an educational intervention. *Epidemiol Infect* 143:1964–1971
2. Al-Hamad A, Al-Ibrahim M, Alhajhouj E, Al-Alshaikh Jaffer W, Altowaileb J, Alfaraj H (2016) Nurses' competency in drawing blood cultures and educational intervention to reduce the contamination rate. *J Infect Public Health* 9:66–74
3. Ames AC, Bamford E (1975) An appraisal of the "Vacutainer" system for blood collection. *Ann Clin Biochem* 12:151–155
4. Beekmann SE, Diekema DJ, Doern G V. (2005) Determining the clinical significance of coagulase-negative staphylococci isolated from blood cultures. *Infect Control Hosp Epidemiol* 26:559–566
5. Bottino P, Rapallo F, Gamalero E, Rocchetti A (2019) Performance of a new combination of blood culture vials in sepsis detection: a 2-year retrospective comparison. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis* 38:1435–1441
6. Bouza E, Muñoz P, Burillo A (2021) Gram-negative endocarditis: disease presentation, diagnosis and treatment. *Curr Opin Infect Dis* 34:672–680
7. Brunkhorst FM, Weigand MA, Pletz M, Gastmeier P, Lemmen SW, Meier-Hellmann A, Ragaller M, Weyland A, Marx G, Bucher M, Gerlach H, Salzberger B, Grabein B, Welte T, Werdan K, Kluge S, Bone HG, Putensen C, Rossaint R, Quintel M, Spies C, Weiß B, John S, Oppert M, Jörres A, Brenner T, Elke G, Gründling M, Mayer K, Weimann A, Felbinger TW, Axer H (2020) S3 Guideline Sepsis—prevention, diagnosis, therapy, and aftercare: Long version. *Med Klin Intensivmed Notfmed* 115:37–109
8. Carlson LG, Plorde JJ (1982) Influence of a Blood Culture Inoculation Technique on Detection of Bacteremia by the BACTEC System. URL: <https://journals.asm.org/journal/jcm>
9. Cassini A, Högberg LD, Plachouras D, Quattrocchi A, Hoxha A, Simonsen GS, Colomb-Cotinat M, Kretzschmar ME, Devleeschauwer B, Cecchini M, Ouakrim DA, Oliveira TC, Struelens MJ, Suetens C, Monnet DL, Strauss R, Mertens K, Struyf T, Catry B, Latour K, Ivanov IN, Dobрева EG, Tambic Andrašević A, Soprek S, Budimir A, Paphitou N, Žemlicková H, Schytte Olsen S, Wolff Sönksen U, Mörtin P, Ivanova M, Lyytikäinen O, Jalava J, Coignard B, Eckmanns T, Abu Sin M, Haller S, Daikos GL, Gikas A, Tsiodras S, Kontopidou F, Tóth Á, Hajdu Á, Guólaugsson Ó, Kristinsson KG, Murchan S, Burns K, Pezzotti P, Gagliotti C, Dumpis U, Liuimienė A, Perrin M, Borg MA, de Greeff SC, Monen JC, Koek MB, Elstrøm P, Zabicka D, Deptula A, Hryniewicz W, Caniça M, Nogueira PJ, Fernandes PA, Manageiro V, Popescu GA, Serban RI, Schréterová E, Litvová S, Štefkovicová M, Kolman J, Klavs I, Korošec A, Aracil B, Asensio A, Pérez-Vázquez M, Billström H, Larsson S, Reilly JS, Johnson A, Hopkins S (2019) Attributable deaths and disability-adjusted life-years caused by infections with

- antibiotic-resistant bacteria in the EU and the European Economic Area in 2015: a population-level modelling analysis. *Lancet Infect Dis* 19:56–66
10. Cattoir L, Claessens J, Cartuyvels R, Van den Abeele AM (2018) How to achieve accurate blood culture volumes: the BD BACTEC FX blood volume monitoring system as a measuring instrument and educational tool. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis* 37:1621–1626
 11. Chaudhary T, Hohenstein · C, Bayer · O (2014) Die goldene Stunde der Sepsis Frühzeitiger präklinischer Therapiebeginn. *Med Klin Intensivmed Notfmed* 109:104–108
 12. Chiotos K, Tamma PD, Gerber JS (2019) Antibiotic stewardship in the intensive care unit: Challenges and opportunities. *Infect Control Hosp Epidemiol* 40:693–698
 13. Collazos-Blanco A, Pérez-García F, Sánchez-Carrillo C, de Egea V, Muñoz P, Bouza E (2019) Estimation of missed bloodstream infections without the third blood culture set: a retrospective observational single-centre study. *Clin Microbiol Infect* 25:469–473
 14. Connell TG, Rele M, Cowley D, Buttery JP, Curtis N (2007) How reliable is a negative blood culture result? Volume of blood submitted for culture in routine practice in a children's hospital. *Pediatrics* 119:891–896
 15. Dargère S, Cormier H, Verdon R (2018) Contaminants in blood cultures: importance, implications, interpretation and prevention. *Clin Microbiol Infect* 24:964–969
 16. Dawson S (2014) Blood culture contaminants. *J Hosp Infect* 87:1–10
 17. De Dios García B, Lladó Maura Y, Val-Pérez JV, M. Arévalo Rupert J, Company Barceló J, Castillo-Domingo L, Fernández V, Pérez-Seco MC, del Castillo Blanco A, Borges-Sa M (2014) [Effectiveness of an educational program for reducing blood culture contamination]. *Enferm Clin* 24:111–117
 18. Dempsey C, Skoglund E, Muldrew KL, Garey KW (2019) Economic health care costs of blood culture contamination: A systematic review. *Am J Infect Control* 47:963–967
 19. Doern G V., Carroll KC, Diekema DJ, Garey KW, Rupp ME, Weinstein MP, Sexton DJ (2020) A comprehensive update on the problem of blood culture contamination and a discussion of methods for addressing the problem. *Clin Microbiol Rev* 33:
 20. Ekwall-Larson A, Yu D, Dinnézt P, Nordqvist H, Özenci V (2022) Single-Site Sampling versus Multisite Sampling for Blood Cultures: a Retrospective Clinical Study. URL: <https://journals.asm.org/journal/jcm>
 21. Eskira S, Gilad J, Schlaeffer P, Hyam E, Peled N, Karakis I, Riesenberk K, Schlaeffer F, Borer A (2006) Reduction of blood culture contamination rate by an educational intervention. *Clin Microbiol Infect* 12:818–821
 22. Fabre V, Sharara SL, Salinas AB, Carroll KC, Desai S, Cosgrove SE (2020) Does This Patient Need Blood Cultures? A Scoping Review of Indications for Blood Cultures in Adult Nonneutropenic Inpatients. *Clin Infect Dis* 71:1339–1347

23. Fabre V, Klein E, Salinas AB, Jones G, Carroll KC, Milstone AM, Amoah J, Hsu YJ, Gadala A, Desai S, Goyal A, Furfaro D, Zimmerman J, Lin S, Cosgrove SE (2020) A diagnostic stewardship intervention to improve blood culture use among adult nonneutropenic inpatients: The DISTRIBUTE study. *J Clin Microbiol* 58:
24. Fabre V, Carroll KC, Cosgrove SE (2022) Blood Culture Utilization in the Hospital Setting: a Call for Diagnostic Stewardship. *J Clin Microbiol* 60:
25. Fidalgo S, Vázquez F, Mendoza MC, Pérez F, Médez FJ (1990) Bacteremia due to *Staphylococcus epidermidis*: microbiologic, epidemiologic, clinical, and prognostic features. *Rev Infect Dis* 12:520–528
26. Fleischmann C, Scherag A, Adhikari NKJ, Hartog CS, Tsaganos T, Schlattmann P, Angus DC, Reinhart K (2016) Assessment of Global Incidence and Mortality of Hospital-treated Sepsis. Current Estimates and Limitations. *Am J Respir Crit Care Med* 193:259–272
27. García X, Sabatier C, Ferrer R, Fontanals D, Duarte M, Colomina M, Artigas A, Vallés J (2012) Differential time to positivity of blood cultures: a valid method for diagnosing catheter-related bloodstream infections in the intensive care unit. *Med Intensiva* 36:169–176
28. Gieffing-Kröll C, Berger P, Lepperding G, Grubeck-Loebenstien B (2015) How sex and age affect immune responses, susceptibility to infections, and response to vaccination. *Aging Cell* 14:309–321
29. Gonsalves WI, Cornish N, Moore M, Chen A, Varman M (2009) Effects of volume and site of blood draw on blood culture results. *J Clin Microbiol* 47:3482–3485
30. Goto M, Al-Hasan MN (2013) Overall burden of bloodstream infection and nosocomial bloodstream infection in North America and Europe. *Clinical Microbiology and Infection* 19:501–509
31. Hall KK, Lyman JA (2006) Updated review of blood culture contamination. *Clin Microbiol Rev* 19:788–802
32. Harding AD, Bollinger S (2013) Reducing blood culture contamination rates in the emergency department. *J Emerg Nurs* 39:e1
33. Huemer M, Mairpady Shambat S, Brugger SD, Zinkernagel AS (2020) Antibiotic resistance and persistence-Implications for human health and treatment perspectives. *EMBO Rep* 21:
34. Huerta LE, Rice TW (2019) Pathologic Difference between Sepsis and Bloodstream Infections. *J Appl Lab Med* 3:654–663
35. Hughes JA, Cabilan CJ, Williams J, Ray M, Coyer F (2018) The effectiveness of interventions to reduce peripheral blood culture contamination in acute care: a systematic review protocol. *Syst Rev* 7:

36. Khare R, Kothari T, Castagnaro J, Hemmings B, Tso M, Juretschko S (2020) Active monitoring and feedback to improve blood culture fill volumes and positivity across a large integrated health system. *Clinical Infectious Diseases* 70:262–268
37. Köck R, Eibing LC, Boschin MG, Ellger B, Horn D, Idelevich EA, Becker K (2013) Evaluation of Bactec Mycosis IC/F and Plus Aerobic/F Blood Culture Bottles for Detection of *Candida* in the Presence of Antifungal Agents. *J Clin Microbiol* 51:3683
38. Lalezari A, Cohen MJ, Svinik O, Tel-Zur O, Sinvani S, Al-Dayem YA, Block C, Moses AE, Oster Y, Salameh S, Strahilevitz J (2020) A simplified blood culture sampling protocol for reducing contamination and costs: a randomized controlled trial. *Clin Microbiol Infect* 26:470–474
39. Lamy B, Sundqvist M, Idelevich EA (2020) Bloodstream infections - Standard and progress in pathogen diagnostics. *Clin Microbiol Infect* 26:142–150
40. Laroche L, Mercier V, Sasso M (2023) BD BACTEC™ Mycosis IC/F culture vials for fungemia diagnosis and follow-up: a retrospective study from 2013 to 2020. *Diagn Microbiol Infect Dis* 105:115863
41. Levy MM, Evans LE, Rhodes A (2018) The Surviving Sepsis Campaign Bundle: 2018 update. *Intensive Care Med* 44:925–928
42. Lin CM, Lee W Sen, Lin FY, Yu FL, Ou TY, Teng SO (2012) Reducing Blood Culture Contamination Rates by Educational Intervention and one-on-one Feedback in the Emergency Department. *J Exp Clin Med* 4:154–156
43. Linsenmeyer K, Gupta K, Strymish JM, Dhanani M, Brecher SM, Breu AC (2016) Culture if spikes? Indications and yield of blood cultures in hospitalized medical patients. *J Hosp Med* 11:336–340
44. Merrill VRD, Ward MD, Diaz-Mcnair J, Pickett EA, Duh SH, Christenson RH (2022) Assessing Phlebotomy Device Preference and Specimen Quality in an Oncology Outpatient Clinic. *Journal of Applied Laboratory Medicine* 7:532–540
45. Nair A, Elliott SP, Al Mohajer M (2017) Knowledge, attitude, and practice of blood culture contamination: A multicenter study. *Am J Infect Control* 45:547–548
46. Nawrot U, Kowalska-Krochmal B, Sulik-Tyszka B, Kozak M, Świętek K, Pajączkowska M, Piątkowska E, Rosiak D, Swoboda-Kopeć E (2015) Evaluation of blood culture media for the detection of fungi. *European Journal of Clinical Microbiology and Infectious Diseases* 34:161–167
47. Neser E, Jung P, Halfmann A, Schröder M, Thurner L, Becker SL, Schneitler S (2023) A multi-pronged approach to improve blood culture diagnostics in different clinical departments: a single-centre experience. *Infection* 1:3
48. Neumeister B et al. (2009) *Mikrobiologische Diagnostik. Teil II Mikrobiologische Untersuchungsmethoden. 8.5 Blutkulturdiagnostik.* Thieme Verlag

49. Norberg A, Christopher NC, Ramundo ML, Bower JR, Berman SA (2003) Contamination rates of blood cultures obtained by dedicated phlebotomy vs intravenous catheter. *JAMA* 289:726–729
50. Novak-Weekley SM, Dunne WMD BLOOD CULTURE A key investigation for diagnosis of bloodstream infections.
51. O'Donnell JN, Rhodes NJ, Miglis CM, Zembower TR, Qi C, Hoff BM, Barr VO, Gilbert EM, Bolon MK, Malczynski M, Gener J, Tran C, Catovic L, Postelnick MJ, Sutton SH, Scheetz MH (2022) Impact of early antimicrobial stewardship intervention in patients with positive blood cultures: results from a randomized comparative study. *Int J Antimicrob Agents* 59:
52. Opota O, Croxatto A, Prod'hom G, Greub G (2015) Blood culture-based diagnosis of bacteraemia: state of the art. *Clin Microbiol Infect* 21:313–322
53. Park WB, Myung SJ, Oh MD, Lee J, Kim NJ, Kim EC, Park JS (2015) Educational intervention as an effective step for reducing blood culture contamination: a prospective cohort study. *Journal of Hospital Infection* 91:111–116
54. Paul M, Pulia M, Pulcini C (2021) Antibiotic stewardship in the emergency department: not to be overlooked. *Clinical Microbiology and Infection* 27:172–174
55. Pliakos EE, Andreatos N, Shehadeh F, Ziakas PD, Mylonakis E (2018) The cost-effectiveness of rapid diagnostic testing for the diagnosis of bloodstream infections with or without antimicrobial stewardship. *Clin Microbiol Rev* 31:
56. Ramirez P, Gordón M, Cortes C, Villarreal E, Perez-Belles C, Robles C, De Hevia L, Marti JV, Botella J, Bonastre J (2015) Blood culture contamination rate in an intensive care setting: Effectiveness of an education-based intervention. *Am J Infect Control* 43:844–847
57. Rocchetti A, Di Matteo L, Bottino P, Foret B, Gamalero E, Calabresi A, Guido G, Casagrande I (2016) Prospective study of the clinical performance of three BACTEC media in a modern emergency department: Plus Aerobic/F, Plus Anaerobic/F, and Anaerobic Lytic/F. *J Microbiol Methods* 130:129–132
58. Rodríguez L, Ethier MC, Phillips B, Lehrnbecher T, Doyle J, Sung L (2012) Utility of peripheral blood cultures in patients with cancer and suspected blood stream infections: a systematic review. *Support Care Cancer* 20:3261–3267
59. Rosa C, Araujo R, Rodrigues AG, Pinto-de-Sousa MI, Pina-Vaz C (2011) Detection of *Aspergillus* species in BACTEC blood cultures. *J Med Microbiol* 60:1467–1471
60. Rosner R, Joseph' S (1974) Evaluation of Four Blood Culture Systems Using Parallel Culture Methods. URL: <https://journals.asm.org/journal/am>
61. Septimus EJ (2018) Antimicrobial Resistance: An Antimicrobial/Diagnostic Stewardship and Infection Prevention Approach. *Medical Clinics of North America* 102:819–829

62. Singer M, Deutschman CS, Seymour C, Shankar-Hari M, Annane D, Bauer M, Bellomo R, Bernard GR, Chiche JD, Coopersmith CM, Hotchkiss RS, Levy MM, Marshall JC, Martin GS, Opal SM, Rubenfeld GD, Poll T Der, Vincent JL, Angus DC (2016) The Third International Consensus Definitions for Sepsis and Septic Shock (Sepsis-3). *JAMA* 315:801–810
63. Tabriz MS, Riederer K, Baran J, Khatib R (2004) Repeating blood cultures during hospital stay: practice pattern at a teaching hospital and a proposal for guidelines. *Clin Microbiol Infect* 10:624–627
64. Tai T, Yamaguchi K, Watanabe M, Tanaka H, Okazaki T, Watanabe N, Yokota K, Kadowaki N, Kosaka S (2022) Improving patient outcomes by promoting antimicrobial stewardship for patients with positive blood cultures: Investigation of patients with gram negative bacterium. *J Clin Pharm Ther* 47:1600–1607
65. Thompson F, Madeo M (2009) Blood cultures: towards zero false positives. <http://dx.doi.org/10.1177/1757177409342143> 10:
66. Tomazin R, Pliberšek T, Oštrbenk Valenčak A, Matos T (2023) Different BD BACTEC™ Blood Culture Bottle Types for the Detection of Fungi in Simulated Sterile Body Fluid Samples. *Diagnostics* 13:
67. Van Ingen J, Hilt N, Bosboom R (2013) Education of phlebotomy teams improves blood volume in blood culture bottles. *J Clin Microbiol* 51:1020–1021
68. Vázquez-Martínez ER, García-Gómez E, Camacho-Arroyo I, González-Pedrajo B (2018) Sexual dimorphism in bacterial infections. *Biol Sex Differ* 9:
69. Viagappan M, Kelsey MC (1995) The origin of coagulase-negative staphylococci isolated from blood cultures. *J Hosp Infect* 30:217–223
70. Vincent JL, Moreno R, Takala J, Willatts S, De Mendonça A, Bruining H, Reinhart CK, Suter PM, Thijs LG (1996) The SOFA (Sepsis-related Organ Failure Assessment) score to describe organ dysfunction/failure. On behalf of the Working Group on Sepsis-Related Problems of the European Society of Intensive Care Medicine. *Intensive Care Med* 22:707–710
71. Waitzberg R, Siegel M, Quentin W, Busse R, Greenberg D (2022) It probably worked: a Bayesian approach to evaluating the introduction of activity-based hospital payment in Israel. *Isr J Health Policy Res* 11:
72. Wilson ML (2020) Critical factors in the recovery of pathogenic microorganisms in blood. *Clinical Microbiology and Infection* 26:174–179
73. Woods-Hill CZ, Colantuoni EA, Koontz DW, Voskertchian A, Xie A, Thurm C, Miller MR, Fackler JC, Milstone AM, Agulnik A, Albert JEM, Auth MJ, Bradley E, Clayton JA, Coffin SE, Dallefeld S, Ezetendu CP, Fainberg NA, Flaherty BF, Foster CB, Hauger SB, Hong SJ, Hysmith ND, Kirby AL, Kocielek LK, Larsen GY, Lin JC, Linam WM, Newland JG, Nolt D, Priebe GP, Sandora TJ, Schwenk HT, Smith CM, Steffen KM, Tadphale SD, Toltzis P, Wolf J, Zerr DM (2022) Association of Diagnostic Stewardship for Blood Cultures in Critically Ill Children With Culture Rates, Antibiotic Use, and

Patient Outcomes: Results of the Bright STAR Collaborative. JAMA Pediatr 176:690–698

74. Yamamoto K, Mezaki K, Ohmagari N (2021) Simple indicator of increased blood culture contamination rate by detection of coagulase-negative staphylococci. Sci Rep 11:
75. Produktkatalog BD Life Sciences Preanalytical Systems 2017.
76. BD Life Sciences - Diagnostik Systems - Produktkatalog 2015/2016.
77. BD Vacutainer® Push Button Blutentnahmeset mit Halter.
78. BD BACTEC™ Update New Solutions in Blood Culture Diagnostics.

7. Anlagen

Anlage 1 Schulungen

Anlage 1.1 Foliensatz im Rahmen der Personalschulung

UKS
Universitätsklinikum
des Saarlandes

Elisabeth Neiser/ Sophie Schaeffer/ Sören Becker 27.07.2021

Informationen zur Blutkultur-Diagnostik

Institut für Medizinische Mikrobiologie und Hygiene


1

UKS
Universitätsklinikum
des Saarlandes

Bitte nehmen Sie im Vorfeld der Schulung an unserer kurzen Befragung zur Evaluation des Ist-Zustandes teil.

Klicken Sie einfach auf den unten stehenden Link oder scannen Sie den QR-Code mit Ihrem Smartphone ein:

<https://forms.office.com/Pages/ResponsePage.aspx?id=JwBhZ8MatkmGQczYPOGwH0XH89YqJctlm-ybG1AqJhJU0VLNfPpKMEQ4TVFPU0NBSTZHSjBYVUkzQy4u>



Seite 2 27.07.2021 Institut für Medizinische Mikrobiologie und Hygiene

2

UKS
Universitätsklinikum
des Saarlandes

Warum findet diese Schulung statt?

Elisabeth Neiser/ Sophie Schaeffer/ Sören Becker Schulungsprotokoll

- Evaluation der Blutkulturdiagnostik
- Optimierung der Blutkulturentnahme
 - **Füllvolumen** (aktuell nur 16% optimal befüllt¹, zusätzliche Kosten durch falsch-positive Blutkulturen in den USA auf umgerechnet ca. 3700-7500 Euro pro falsch-positive Blutkultur geschätzt! *)
 - Einsatz der richtigen Blutkulturflasche zur klinisch gewählten Fragestellung
 - adäquate **Anzahl** abgenommener Blutkulturflaschen
 - **Kontaminationsrate** minimieren

→ Erhöhung des Nutzens für Patienten
→ Schadensminimierung durch evtl. falsch angesetzte Antibiotikatherapie
→ Minimierung von Folge-Blutkulturen bei Reevaluation einer potentiellen Kontamination → **dadurch Ersparnis von Material, Zeit und Patientenschaden**

* E. Bikhchandani, G. Wroox, IHP 1 (2019), * F.S. Zimmermann et al., Clin. Infect. Dis. (2019)

Seite 3 27.07.2021 Institut für Medizinische Mikrobiologie und Hygiene

3

UKS
Universitätsklinikum
des Saarlandes

Was ist geplant?

Elisabeth Neiser/ Sophie Schaeffer/ Sören Becker Schulungsprotokoll

1. Messzeitraum
- für 3 Monate: BK-Gewicht, nachgewiesenes Keimspektrum, Stationen

↓

Evaluation

→ Gruppe Schulung und BK-Voraussetzungen → Schulung → 2. Messzeitraum

2. Messzeitraum
- für 3 Monate: BK-Gewicht, nachgewiesenes Keimspektrum, Stationen

↓

Evaluation II

↓

Auswertung

Wöchentlicher Bericht an Station über Anzahl BK, Kontaminationsrate...

Seite 4 27.07.2021 Institut für Medizinische Mikrobiologie und Hygiene


4

UKS
Universitätsklinikum
des Saarlandes

Allgemeine Informationen

Elisabeth Neiser/ Sophie Schaeffer/ Sören Becker Schulungsprotokoll

- Anzucht von Bakterien oder Pilzen in Körperflüssigkeiten
- Sterilitätsprüfungen
- Standard **7 Tage** Bebrütung, in Ausnahmefällen auch 14 Tage (langsam wachsende Bakterien, z. B. bei Endokarditis)
→ dann durch Klinik gesondert anzugeben
- Messung des CO₂-Gehaltes der Flaschen durch den Brutschrank
→ ggf. Positivmeldung
- bei Positivmeldung: Anfertigung von Grampräparat und Anlage von Kulturplatten, Sepsityper Massenspektrometrie



Quelle: bd.com

Seite 5 27.07.2021 Institut für Medizinische Mikrobiologie und Hygiene

5

UKS
Universitätsklinikum
des Saarlandes

Wann sollten Blutkulturen abgenommen werden?

Elisabeth Neiser/ Sophie Schaeffer/ Sören Becker Schulungsprotokoll

- Temperaturveränderungen: Fieber unklarer Genese oder Hypothermie
- Schüttelfrost
- V. a. schwere lokale Infektionen (Meningitis)
- V. a. systemische Infektionen
- septischer Schock
 - erhöhte Herzfrequenz, Atemfrequenz
 - erniedrigter oder erhöhter Blutdruck
- Kontrolle bei nachgewiesener Bakteriämie/ Candidämie

Seite 6 27.07.2021 Institut für Medizinische Mikrobiologie und Hygiene

6

Wie viele Blutkulturen sollten abgenommen werden?

- 1 Blutkulturset = 1 aerobe + 1 anaerobe Flasche

- 1 Set: Sensitivität ca. 73% ²
- 2 Sets: Sensitivität ca. 90% ²
- 3 Sets: Sensitivität ca. 98% ²

Quelle: BD, adaptiert von A. Lee et al.

→ Entnahme von 3 Blutkultursets empfohlen

* M.L. Wilson, IPIP 26 (2020)
Seite 7 27.07.2021 Institut für Medizinische Mikrobiologie und Hygiene

7

Wo sollten Blutkulturen abgenommen werden?

- grundsätzlich aus peripheren Venen
- bei V. a. Katheterinfektion auch aus ZVK, Arterie oder Port, jedoch immer direkt danach zusätzlich noch aus **mindestens einer peripheren Vene**
- Routineabnahmen aus Arterie, ZVK oder Port wird **nicht empfohlen**
- Entnahme sollte aus unterschiedlichen Venen erfolgen
- pro Set 1 Punktion

Seite 8 27.07.2021 Institut für Medizinische Mikrobiologie und Hygiene

8

Durchführung – Blutkulturentnahme

- Händedesinfektion, sterile Handschuhe anziehen
- Einmal-Stauchslauch oder wiederverwendbaren Stauchslauch anlegen
- Haut mit Tupfer in kreisenden Bewegungen von innen nach außen desinfizieren, **nochmals sprühen, mindestens 30 Sekunden einwirken lassen**

Quelle: bd.com

Seite 9 27.07.2021 Institut für Medizinische Mikrobiologie und Hygiene

9

Durchführung – Blutkulturentnahme

- desinfiziertes Hautareal danach **nicht mehr berühren**
- benötigte Blutmenge mittels einer Spritze entnehmen
- Deckel entfernen, **Flaschenseptum desinfizieren**
- Blutkulturflaschen mit Blut beimpfen:
 - anaerob
 - aerob

Flaschenseptum

Quelle: bd.com

Seite 10 27.07.2021 Institut für Medizinische Mikrobiologie und Hygiene

10

Durchführung – Blutkulturentnahme

- Kontamination**

Berührung ohne Handschuh

Berührung mit Handschuh und Desinfektionszeit

kein Wachstum bei Einhaltung der Einwirkzeit des Desinfektionsmittels und ohne Nachlasten

Seite 11 27.07.2021 Institut für Medizinische Mikrobiologie und Hygiene

11

Durchführung – Dokumentation und Lagerung

- Flasche mit Patientenetikett versehen, ohne Flaschenbarcode oder Volumenskala zu überkleben, da dies von dem Laborgerät gelesen werden muss
- Punktionsstelle dokumentieren auf dem Etikett auf der Flasche

Bitte nicht überkleben!

- schnellstmöglicher Transport in Mikrobiologie (Rohrpostnummer: 23912), ab 17 Uhr in Zentrallabor (Rohrpostnummer: 23014)**
- Lagerung nur kurz und bei Zimmertemperatur, wenn kein sofortiger Transport möglich sein sollte

Seite 12 27.07.2021 Institut für Medizinische Mikrobiologie und Hygiene

12

Worauf muss geachtet werden?

Ulrich/Henkel/Sophie/Schneitter/Elise/Seiner/Blutkulturdiagnostik

- Daran denken Blutkulturen abzunehmen!
- ausreichende Anzahl an Blutkulturen abnehmen
- Einwirkzeit des Desinfektionsmittels einhalten: **mindestens 30 Sekunden!**
- Flaschenseptum desinfizieren
- Füllvolumen
 - zu gering: falsch-negative Ergebnisse (Infektion wird nicht erkannt)
 - zu voll: falsch-positive Ergebnisse
- Reihenfolge beachten
 - immer: zuerst Blutkulturentnahme, danach erst ggf. weitere Röhren
- Lagerung bei Zimmertemperatur, nicht im Kühlschrank

Quelle: BD

Seite 13 27.07.2021 Institut für Medizinische Mikrobiologie und Hygiene

13

Welche Blutkulturflaschen gibt es?

Ulrich/Henkel/Sophie/Schneitter/Elise/Seiner/Blutkulturdiagnostik

Flasche	Medium	Volumen	Deckel
BD BACTEC™ PLUS - Aerobif	Aerobier	8-10 ml	Deckel: grau am Septum: blau
BD BACTEC™ PLUS - Anaerobif	Anaerobier	8-10 ml	Deckel: orange am Septum: golden
BD BACTEC™ LyticF - Anaerobif	Anaerobier	8-10 ml	Deckel: biancolett am Septum: rotviolett
BD BACTEC™ Wycosis - ICIF	Pilze	8-10 ml	Deckel: grün am Septum: grau
BD BACTEC™ MYCOIF - Lytic	Mykobakterien (z.B. TBC)	3-5 ml	Deckel: weiß am Septum: rot
BD BACTEC™ PEDS - PLUSIF	für Säuglinge, Kleinkinder	1-3 ml	Deckel: rosa am Septum: silbern

Quelle: bd.com

Seite 14 27.07.2021 Institut für Medizinische Mikrobiologie und Hygiene

14

Welche Blutkulturflaschen gibt es?

Ulrich/Henkel/Sophie/Schneitter/Elise/Seiner/Blutkulturdiagnostik

Die wichtigsten Informationen für Ihre Kitteltasche

Quelle: bd.com

Seite 15 27.07.2021 Institut für Medizinische Mikrobiologie und Hygiene

15

Denken Sie bitte an Folgendes:

Wir weisen mit unseren Methoden **lebende Organismen** nach.

Abnahme, Lagerung und Transport sind wichtige Faktoren bei dieser diagnostischen Maßnahme. Mit Ihren Maßnahmen **gestalten Sie die Blutkulturdiagnostik entscheidend mit!**

Seite 16 27.07.2021 Institut für Medizinische Mikrobiologie und Hygiene

16

Bitte nehmen Sie nun erneut an unserer kurzen Befragung teil, damit wir lernen, ob Ihnen diese Schulung etwas gebracht hat und wo wir uns verbessern können.

Klicken Sie einfach auf den unten stehenden Link oder scannen Sie den QR-Code mit Ihrem Smartphone ein:

<https://forms.office.com/Pages/ResponsePage.aspx?id=JwBhZ8MatkmGQczYPOGwH0XH89YqJctIm-ybG1AqJhJUMDYxWVFQRzdCTFFaM0IZNERFuzITWjNRMy4u>

Seite 17 27.07.2021 Institut für Medizinische Mikrobiologie und Hygiene

17

Vielen Dank!

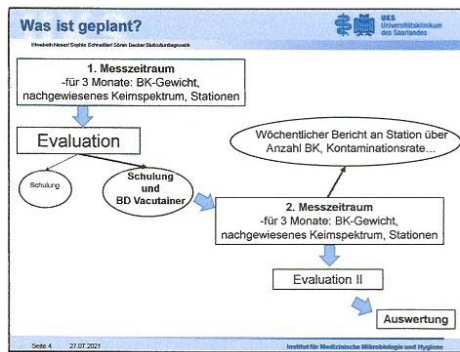
Für Rückfragen stehen Ihnen zur Verfügung:

Frau Elisabeth Naser (eNaser@stud.uni-saarland.de)
Frau Dr. Sophie Schneitter (sophie.schneitter@uks.eu)

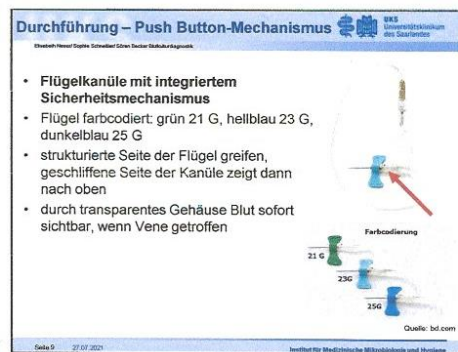
Seite 18 27.07.2021 Institut für Medizinische Mikrobiologie und Hygiene

18

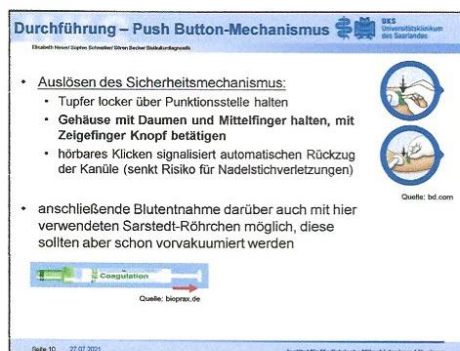
Anlage 1.2 Zusätzliche Folien auf der chirurgischen Interventionsstation



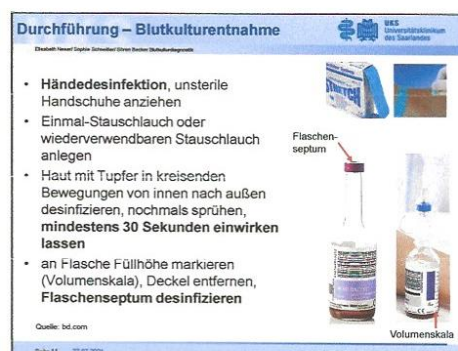
4



9



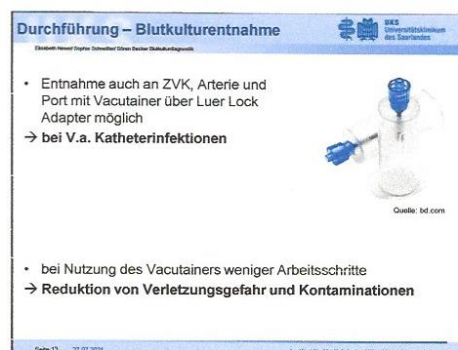
10



11



12



13

Anlage 2 Fragebögen

Anlage 2.1 Fragebogen vor Schulung

Fragebogen zur Entnahme von Blutkulturen

Sehr geehrte Mitarbeitende des Universitätsklinikums des Saarlandes,

wir planen die Blutkulturdiagnostik im UKS für Sie und die Patienten zu optimieren. Dafür ist es notwendig, den aktuellen Ist-Zustand sicher zu kennen. Dazu bitten wir Sie um Ihre Mitarbeit. Dies wird nur wenig Ihrer Zeit in Anspruch nehmen und würde folgende Maßnahmen beinhalten:

- Für die Mitarbeitenden werden kurze Schulungen zur Blutkulturentnahme durchgeführt und Werkzeuge zur vereinfachten Blutkulturabnahme vorgestellt.
- Zuvor und danach bitten wir um das Ausfüllen eines kurzen Fragebogens. Dieser wird anonym im Rahmen einer wissenschaftlichen Arbeit ausgewertet und im Anschluss entschieden, welche Maßnahmen sinnvoll sind für das UKS.

Für Rückfragen stehen Ihnen zur Verfügung:

Frau cand. med. Elisabeth Naser (s8elnese@stud.uni-saarland.de)

Frau Dr. Sophie Schneitler (sophie.schneitler@uks.eu)

Für Ihre Mitarbeit bedanken wir uns herzlich!

Station / Ambulanz bitte angeben: _____

Ihr Geschlecht:

- ☐ männlich ☐ weiblich ☐ divers

Ihr Alter:

- ☐ unter 20 Jahre ☐ 20 - 30 Jahre ☐ 31 - 40 Jahre
☐ 41 - 50 Jahre ☐ 51 - 60 Jahre ☐ > 61 Jahre

Ihre Position auf Station:

- ☐ Pflegepersonal
☐ ärztliches Personal
☐ Stationssekretärin/Stationssekretär
☐ Schülerin/Schüler
☐ PJ-Studentin/PJ-Student
☐ Sonstiges (bitte angeben): _____

Wer nimmt die Blutkulturen ab?

- ☐ Pflegepersonal
- ☐ ärztliches Personal
- ☐ ärztliches oder pflegerisches Personal
- ☐ Sonstiges (bitte angeben): _____

Wer entscheidet, wann und wie viele Blutkulturflaschen abgenommen werden?

- ☐ Pflegepersonal
- ☐ ärztliches Personal
- ☐ ärztliches oder pflegerisches Personal
- ☐ Sonstiges (bitte angeben): _____

Wer erstellt die Order-Entry-Anforderung für die Blutkulturdiagnostik?

- ☐ Pflegepersonal
- ☐ ärztliches Personal
- ☐ ärztliches oder pflegerisches Personal
- ☐ Sonstiges (bitte angeben): _____

Ihre Antworten beziehen sich auf die Situation einer:

- ☐ Normalstation
- ☐ Überwachungsstation
- ☐ Ambulanz
- ☐ Sonstiges (bitte angeben): _____

Kreuzen Sie bitte die richtigen Antworten auf die untenstehenden Fragen an. Es können mehrere Antworten richtig sein.

1. Wann werden Blutkulturen abgenommen?
 - ☐ A) bei Fieber
 - ☐ B) routinemäßig bei Aufnahme des Patienten
 - ☐ C) bei Schüttelfrost
 - ☐ D) bei septischem Schock
 - ☐ E) routinemäßig nach invasiven Eingriffen

2. An welcher Stelle werden Blutkulturen abgenommen?
- A) bei Vorliegen eines zentralen Zugangs sollte aus diesem immer eine Entnahme erfolgen
 - B) besteht keine Möglichkeit der peripheren Entnahme, kann diese aus einem vorliegenden zentralen Zugang erfolgen
 - C) aus ZVK, arteriellem Katheter oder Port nur bei Verdacht auf Infektion dieses Zugangs
 - D) peripher an mindestens zwei Stellen
 - E) bei Vorliegen eines ZVK, arteriellen Katheters oder Ports ist keine periphere Entnahme nötig
3. Wie viele Blutkulturen sollten in welchem Abstand abgenommen werden?
- A) eine aerobe und eine anaerobe Blutkultur ist immer ausreichend
 - B) eine aerobe und eine anaerobe Blutkultur gleichzeitig, erneute Entnahme nach 20 bis 30 Minuten
 - C) eine aerobe, nach 20 bis 30 Minuten eine anaerobe Blutkultur
 - D) unter bestimmten Umständen auch häufiger als zweimal an einem Tag
 - E) eine aerobe Blutkultur ist in den meisten Fällen ausreichend
4. Mit wie viel Blut soll eine aerobe oder anaerobe Blutkulturflasche befüllt werden?
- A) etwa 2 ml pro Blutkulturflasche
 - B) etwa 5 ml pro Blutkulturflasche
 - C) etwa 8 ml pro Blutkulturflasche
 - D) etwa 20 ml pro Blutkulturflasche
 - E) bei Kindern und Erwachsenen unterscheidet sich die Füllmenge nicht
5. Wozu werden die unterschiedlichen Blutkulturflaschen genutzt?
- A) unterschiedliche Wachstumsbedingungen für die Bakterien
 - B) nicht alle sind für Blut geeignet, manche sind auch ausschließlich für andere Körperflüssigkeiten konzipiert
 - C) Pilze benötigen eine spezielle Blutkulturflasche (besonderes Nährmedium)
 - D) bei Verdacht auf eine nosokomiale Infektion werden spezielle Nährmedien verwendet
 - E) bestimmte Nährmedien können sofort untersucht werden, andere werden für spätere Untersuchungen zurückgestellt

6. In welcher Reihenfolge werden die Blutkulturen bei herkömmlicher Entnahme mittels Spritze beimpft?
- A) zuerst aerob, dann anaerob
 - B) zuerst anaerob, dann aerob
 - C) zwei aerobe Flaschen
 - D) zwei anaerobe Flaschen
 - E) die Reihenfolge spielt keine Rolle
7. Unter welchen hygienischen Bedingungen sollte die Blutentnahme erfolgen?
- A) einmalige Desinfektion der Haut genügt
 - B) Desinfizieren der Blutkulturflaschen vor Beimpfung
 - C) Entnahme mit sterilen Handschuhen
 - D) eine sterile Blutentnahme ist wichtig, um eine Kontamination zu vermeiden
 - E) da im Blut Bakterien wahrscheinlich nachweisbar sind, kann auf die Desinfektion verzichtet werden
8. Was muss bei der Beschriftung von Blutkulturflaschen beachtet werden?
- A) auf jede Blutkulturflasche gehören, neben dem Patientenetikett, Datum und Uhrzeit der Entnahme
 - B) der Ort der Blutentnahme spielt bei der Beschriftung keine Rolle
 - C) um Kontaminationen nachverfolgen zu können, sollte die entnehmende Person vermerkt werden
 - D) es empfiehlt sich die Angabe des Entnahmeortes, z.B. um Katheterinfektionen besser identifizieren zu können
 - E) Markierung der benötigten Füllmenge auf der Flasche erleichtert die Entnahme
9. Was muss bei der Blutkulturentnahme aus einem ZVK oder Port beachtet werden?
- A) Abziehen und Verwerfen von 5-10 ml Blut vor Entnahme des Blutes für die Blutkulturen
 - B) Desinfizieren der Ansatzstücke des Katheters vor Blutentnahme
 - C) nach der Blutentnahme sollte der ZVK oder Port gespült werden
 - D) die Entnahme muss aus jedem ZVK-Schenkel erfolgen
 - E) aus einem Port sollte nur in Ausnahmefällen Blut entnommen werden

10. Was ist nach der Entnahme einer Blutkultur zu beachten?

- A) sofortiger Transport in einem Thermobehälter in das Labor
- B) sofortiger Transport in das Labor per Rohrpost
- C) bei absehbarer Entnahme weiterer Patientenproben ist ein Verbleib bis zu einer Stunde auf der Station kein Problem
- D) werden die Blutkulturen im Kühlschrank aufbewahrt, können sie bis zum nächsten Tag auf der Station verbleiben
- E) die Entnahme von Blutkulturen sollte im zuständigen mikrobiologischen Labor angekündigt werden

Vielen Dank, dass Sie sich für die Beantwortung der Fragen Zeit genommen haben!

Lösungsschlüssel: 1.a, c, d; 2.b, c, d; 3.b, d; 4.c; 5.a, c; 6.b; 7.b, d; 8.a, d, e; 9.b, c, e; 10.b, c

Anlage 2.2 Fragebogen nach Schulung mit BD Vacutainer®

Fragebogen zur Entnahme von Blutkulturen

Sehr geehrte Mitarbeitende des Universitätsklinikums des Saarlandes,

wir planen die Blutkulturdiagnostik im UKS für Sie und die Patienten zu optimieren. Dafür ist es notwendig, den aktuellen Ist-Zustand sicher zu kennen. Dazu bitten wir Sie um Ihre Mitarbeit. Dies wird nur wenig Ihrer Zeit in Anspruch nehmen und würde folgende Maßnahmen beinhalten:

- Für die Mitarbeitenden werden kurze Schulungen zur Blutkulturentnahme durchgeführt und Werkzeuge zur vereinfachten Blutkulturabnahme vorgestellt.**
- Zuvor und danach bitten wir um das Ausfüllen eines kurzen Fragebogens. Dieser wird anonym im Rahmen einer wissenschaftlichen Arbeit ausgewertet und im Anschluss entschieden, welche Maßnahmen sinnvoll sind für das UKS.**

Für Rückfragen stehen Ihnen zur Verfügung:

Frau cand. med. Elisabeth Nesor (s8elnese@stud.uni-saarland.de)

Frau Dr. Sophie Schneitler (sophie.schneitler@uks.eu)

Für Ihre Mitarbeit bedanken wir uns herzlich!

Station/Ambulanz: _____

Ihr Geschlecht:

- männlich
- weiblich
- divers

Ihr Alter:

- | | | |
|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| <input type="radio"/> unter 20 Jahre | <input type="radio"/> 20 - 30 Jahre | <input type="radio"/> 31 - 40 Jahre |
| <input type="radio"/> 41-50 Jahre | <input type="radio"/> 51 - 60 Jahre | <input type="radio"/> > 61 Jahre |

Ihre Position auf Station:

- ☐ Pflegepersonal
- ☐ ärztliches Personal
- ☐ Stationssekretärin/Stationssekretär
- ☐ Schülerin/Schüler
- ☐ PJ-Studentin/PJ-Student
- ☐ Sonstiges (bitte angeben): _____

Wer nimmt die Blutkulturen ab?

- ☐ Pflegepersonal
- ☐ ärztliches Personal
- ☐ ärztliches oder Pflegepersonal
- ☐ Sonstiges (bitte angeben): _____

Wer entscheidet, wann und wie viele Blutkulturflaschen abgenommen werden?

- ☐ Pflegepersonal
- ☐ ärztliches Personal
- ☐ ärztliches oder pflegerisches Personal
- ☐ Sonstiges (bitte angeben): _____

Wer erstellt die order-entry-Anforderung für die Blutkulturdiagnostik?

- ☐ Pflegepersonal
- ☐ ärztliches Personal
- ☐ ärztliches oder pflegerisches Personal
- ☐ Sonstiges (bitte angeben): _____

Ihre Antworten beziehen sich auf die Situation einer:

- ☐ Normalstation
- ☐ Überwachungsstation
- ☐ Ambulanz
- ☐ Sonstiges (bitte angeben): _____

An welcher Art der Schulung haben Sie teilgenommen?

- ☐ Anwesenheitsschulung
- ☐ Online-Schulung mittels Powerpoint-Folien

Haben Sie die Schulung als informativ und hilfreich empfunden?

- ☐ ja
- ☐ teilweise
- ☐ nein
- ☐ keine Angabe

Gern können hier auch Änderungswünsche, Kritik oder sonstige Anmerkungen geäußert werden.

Kreuzen Sie bitte die richtigen Antworten auf die untenstehenden Fragen an. Es können mehrere Antworten richtig sein.

1. Wann werden Blutkulturen abgenommen?

- ☐ A) bei Fieber
- ☐ B) routinemäßig bei Aufnahme des Patienten
- ☐ C) bei Schüttelfrost
- ☐ D) bei septischem Schock
- ☐ E) routinemäßig nach invasiven Eingriffen

2. An welcher Stelle werden Blutkulturen abgenommen?

- ☐ A) bei Vorliegen eines zentralen Zugangs sollte aus diesem immer eine Entnahme erfolgen
- ☐ B) besteht keine Möglichkeit der peripheren Entnahme, kann diese aus einem vorliegenden zentralen Zugang erfolgen
- ☐ C) aus ZVK, arteriellem Katheter oder Port nur bei Verdacht auf Infektion dieses Zugangs
- ☐ D) peripher an mindestens zwei Stellen
- ☐ E) bei Vorliegen eines ZVK, arteriellen Katheters oder Ports ist keine periphere Entnahme nötig

3. Wie viele Blutkulturen sollten in welchem Abstand abgenommen werden?
- A) eine aerobe und eine anaerobe Blutkultur ist immer ausreichend
 - B) eine aerobe und eine anaerobe Blutkultur gleichzeitig, erneute Entnahme nach 20 bis 30 Minuten
 - C) eine aerobe, nach 20 bis 30 Minuten eine anaerobe Blutkultur
 - D) unter bestimmten Umständen auch häufiger als zweimal an einem Tag
 - E) eine aerobe Blutkultur ist in den meisten Fällen ausreichend
4. Mit wie viel Blut soll eine aerobe oder anaerobe Blutkulturflasche befüllt werden?
- A) etwa 2 ml pro Blutkulturflasche
 - B) etwa 5 ml pro Blutkulturflasche
 - C) etwa 8 ml pro Blutkulturflasche
 - D) etwa 20 ml pro Blutkulturflasche
 - E) bei Kindern und Erwachsenen unterscheidet sich die Füllmenge nicht
5. Wozu werden die unterschiedlichen Blutkulturflaschen genutzt?
- A) unterschiedliche Wachstumsbedingungen für die Bakterien
 - B) nicht alle sind für Blut geeignet, manche sind auch ausschließlich für andere Körperflüssigkeiten konzipiert
 - C) Pilze benötigen eine spezielle Blutkulturflasche (besonderes Nährmedium)
 - D) bei Verdacht auf eine nosokomiale Infektion werden spezielle Nährmedien verwendet
 - E) bestimmte Nährmedien können sofort untersucht werden, andere werden für spätere Untersuchungen rückgestellt
6. In welcher Reihenfolge werden die Blutkulturen bei herkömmlicher Entnahme mittels Spritze beimpft?
- A) zuerst aerob, dann anaerob
 - B) zuerst anaerob, dann aerob
 - C) zwei aerobe Flaschen
 - D) zwei anaerobe Flaschen
 - E) die Reihenfolge spielt keine Rolle

7. In welcher Reihenfolge werden die Blutkulturen bei Entnahme mittels BD Vacutainer® abgenommen?
- A) zuerst aerob, dann anaerob
 - B) zuerst anaerob, dann aerob
 - C) zwei aerobe Flaschen
 - D) zwei anaerobe Flaschen
 - E) die Reihenfolge spielt keine Rolle
8. Unter welchen hygienischen Bedingungen sollte die Blutentnahme erfolgen?
- A) einmalige Desinfektion der Haut genügt
 - B) Desinfizieren der Blutkulturflaschen vor Beimpfung
 - C) Entnahme mit sterilen Handschuhen
 - D) eine sterile Blutentnahme ist wichtig, um eine Kontamination zu vermeiden
 - E) da im Blut Bakterien wahrscheinlich nachweisbar sind, kann auf die Desinfektion verzichtet werden
9. Was muss bei der Beschriftung von Blutkulturflaschen beachtet werden?
- A) auf jede Blutkulturflasche gehören, neben dem Patientenetikett, Datum und Uhrzeit der Entnahme
 - B) der Ort der Blutentnahme spielt bei der Beschriftung keine Rolle
 - C) um Kontaminationen nachverfolgen zu können, sollte die entnehmende Person vermerkt werden
 - D) es empfiehlt sich die Angabe des Entnahmeortes, z.B. um Katheterinfektionen besser identifizieren zu können
 - E) Markierung der benötigten Füllmenge auf der Flasche erleichtert die Entnahme
10. Was muss bei der Blutkulturentnahme aus einem ZVK oder Port beachtet werden?
- A) Abziehen und Verwerfen von 5-10 ml Blut vor Entnahme des Blutes für die Blutkulturen
 - B) Desinfizieren des Katheters vor Blutentnahme
 - C) nach der Blutentnahme sollte der ZVK oder Port gespült werden
 - D) die Entnahme muss aus jedem ZVK-Schenkel erfolgen
 - E) aus einem Port sollte nur in Ausnahmefällen Blut entnommen werden

11. Was ist nach der Entnahme einer Blutkultur zu beachten?

- A) sofortiger Transport in einem Thermobehälter in das Labor
- B) sofortiger Transport in das Labor per Rohrpost
- C) bei absehbarer Entnahme weiterer Patientenproben ist ein Verbleib bis zu einer Stunde auf der Station kein Problem
- D) werden die Blutkulturen im Kühlschrank aufbewahrt, können sie bis zum nächsten Tag auf der Station verbleiben
- E) die Entnahme von Blutkulturen sollte im zuständigen mikrobiologischen Labor angekündigt werden

Vielen Dank, dass Sie sich für die Beantwortung der Fragen Zeit genommen haben!

Lösungsschlüssel: 1.a, c, d; 2.b, c, d; 3.b, d; 4.c; 5.a, c; 6.b; 7.a; 8.b, d; 9.a, d, e; 10.b, c, e; 11.b, c

Anlage 2.3 Fragebogen nach Schulung ohne BD Vacutainer®

Fragebogen zur Entnahme von Blutkulturen

Sehr geehrte Mitarbeitende des Universitätsklinikums des Saarlandes,

wir planen die Blutkulturdiagnostik im UKS für Sie und die Patienten zu optimieren. Dafür ist es notwendig, den aktuellen Ist-Zustand sicher zu kennen. Dazu bitten wir Sie um Ihre Mitarbeit. Dies wird nur wenig Ihrer Zeit in Anspruch nehmen und würde folgende Maßnahmen beinhalten:

- Für die Mitarbeitenden werden kurze Schulungen zur Blutkulturentnahme durchgeführt und Werkzeuge zur vereinfachten Blutkulturabnahme vorgestellt.**
- Zuvor und danach bitten wir um das Ausfüllen eines kurzen Fragebogens. Dieser wird anonym im Rahmen einer wissenschaftlichen Arbeit ausgewertet und im Anschluss entschieden, welche Maßnahmen sinnvoll sind für das UKS.**

Für Rückfragen stehen Ihnen zur Verfügung:

Frau cand. med. Elisabeth Naser (s8elnese@stud.uni-saarland.de)

Frau Dr. Sophie Schneitler (sophie.schneitler@uks.eu)

Für Ihre Mitarbeit bedanken wir uns herzlich!

Station/Ambulanz: _____

Ihr Geschlecht:

- ☐ männlich
- ☐ weiblich
- ☐ divers

Ihr Alter:

- ☐ unter 20 Jahre
- ☐ 20 - 30 Jahre
- ☐ 31 - 40 Jahre
- ☐ 41-50 Jahre
- ☐ 51 - 60 Jahre
- ☐ > 61 Jahre

Ihre Position auf Station:

- ☐ Pflegepersonal
- ☐ ärztliches Personal
- ☐ Stationssekretärin/Stationssekretär
- ☐ Schülerin/Schüler
- ☐ PJ-Studentin/PJ-Student
- ☐ Sonstiges (bitte angeben): _____

Wer nimmt die Blutkulturen ab?

- ☐ Pflegepersonal
- ☐ ärztliches Personal
- ☐ ärztliches oder Pflegepersonal
- ☐ Sonstiges (bitte angeben): _____

Wer entscheidet, wann und wie viele Blutkulturflaschen abgenommen werden?

- ☐ Pflegepersonal
- ☐ ärztliches Personal
- ☐ ärztliches oder pflegerisches Personal
- ☐ Sonstiges (bitte angeben): _____

Wer erstellt die order-entry-Anforderung für die Blutkulturdiagnostik?

- ☐ Pflegepersonal
- ☐ ärztliches Personal
- ☐ ärztliches oder pflegerisches Personal
- ☐ Sonstiges (bitte angeben): _____

Ihre Antworten beziehen sich auf die Situation einer:

- ☐ Normalstation
- ☐ Überwachungsstation
- ☐ Ambulanz
- ☐ Sonstiges (bitte angeben): _____

An welcher Art der Schulung haben Sie teilgenommen?

- ☐ Anwesenheitsschulung
- ☐ Online-Schulung mittels Powerpoint-Folien

Haben Sie die Schulung als informativ und hilfreich empfunden?

- ☐ ja
- ☐ teilweise
- ☐ nein
- ☐ keine Angabe

Gern können hier auch Änderungswünsche, Kritik oder sonstige Anmerkungen geäußert werden.

Kreuzen Sie bitte die richtigen Antworten auf die untenstehenden Fragen an. Es können mehrere Antworten richtig sein.

1. Wann werden Blutkulturen abgenommen?
 - ☐ A) bei Fieber
 - ☐ B) routinemäßig bei Aufnahme des Patienten
 - ☐ C) bei Schüttelfrost
 - ☐ D) bei septischem Schock
 - ☐ E) routinemäßig nach invasiven Eingriffen

2. An welcher Stelle werden Blutkulturen abgenommen?
 - ☐ A) bei Vorliegen eines zentralen Zugangs sollte aus diesem immer eine Entnahme erfolgen
 - ☐ B) besteht keine Möglichkeit der peripheren Entnahme, kann diese aus einem vorliegenden zentralen Zugang erfolgen
 - ☐ C) aus ZVK, arteriellem Katheter oder Port nur bei Verdacht auf Infektion dieses Zugangs
 - ☐ D) peripher an mindestens zwei Stellen
 - ☐ E) bei Vorliegen eines ZVK, arteriellen Katheters oder Ports ist keine periphere Entnahme nötig

3. Wie viele Blutkulturen sollten in welchem Abstand abgenommen werden?
- A) eine aerobe und eine anaerobe Blutkultur ist immer ausreichend
 - B) eine aerobe und eine anaerobe Blutkultur gleichzeitig, erneute Entnahme nach 20 bis 30 Minuten
 - C) eine aerobe, nach 20 bis 30 Minuten eine anaerobe Blutkultur
 - D) unter bestimmten Umständen auch häufiger als zweimal an einem Tag
 - E) eine aerobe Blutkultur ist in den meisten Fällen ausreichend
4. Mit wie viel Blut soll eine aerobe oder anaerobe Blutkulturflasche befüllt werden?
- A) etwa 2 ml pro Blutkulturflasche
 - B) etwa 5 ml pro Blutkulturflasche
 - C) etwa 8 ml pro Blutkulturflasche
 - D) etwa 20 ml pro Blutkulturflasche
 - E) bei Kindern und Erwachsenen unterscheidet sich die Füllmenge nicht
5. Wozu werden die unterschiedlichen Blutkulturflaschen genutzt?
- A) unterschiedliche Wachstumsbedingungen für die Bakterien
 - B) nicht alle sind für Blut geeignet, manche sind auch ausschließlich für andere Körperflüssigkeiten konzipiert
 - C) Pilze benötigen eine spezielle Blutkulturflasche (besonderes Nährmedium)
 - D) bei Verdacht auf eine nosokomiale Infektion werden spezielle Nährmedien verwendet
 - E) bestimmte Nährmedien können sofort untersucht werden, andere werden für spätere Untersuchungen rückgestellt
6. In welcher Reihenfolge werden die Blutkulturen bei herkömmlicher Entnahme mittels Spritze beimpft?
- A) zuerst aerob, dann anaerob
 - B) zuerst anaerob, dann aerob
 - C) zwei aerobe Flaschen
 - D) zwei anaerobe Flaschen
 - E) die Reihenfolge spielt keine Rolle

7. Unter welchen hygienischen Bedingungen sollte die Blutentnahme erfolgen?
- A) einmalige Desinfektion der Haut genügt
 - B) Desinfizieren der Blutkulturflaschen vor Beimpfung
 - C) Entnahme mit sterilen Handschuhen
 - D) eine sterile Blutentnahme ist wichtig, um eine Kontamination zu vermeiden
 - E) da im Blut Bakterien wahrscheinlich nachweisbar sind, kann auf die Desinfektion verzichtet werden
8. Was muss bei der Beschriftung von Blutkulturflaschen beachtet werden?
- A) auf jede Blutkulturflasche gehören, neben dem Patientenetikett, Datum und Uhrzeit der Entnahme
 - B) der Ort der Blutentnahme spielt bei der Beschriftung keine Rolle
 - C) um Kontaminationen nachverfolgen zu können, sollte die entnehmende Person vermerkt werden
 - D) es empfiehlt sich die Angabe des Entnahmeortes, z.B. um Katheterinfektionen besser identifizieren zu können
 - E) Markierung der benötigten Füllmenge auf der Flasche erleichtert die Entnahme
9. Was muss bei der Blutkulturentnahme aus einem ZVK oder Port beachtet werden?
- A) Abziehen und Verwerfen von 5-10 ml Blut vor Entnahme des Blutes für die Blutkulturen
 - B) Desinfizieren des Katheters vor Blutentnahme
 - C) nach der Blutentnahme sollte der ZVK oder Port gespült werden
 - D) die Entnahme muss aus jedem ZVK-Schenkel erfolgen
 - E) aus einem Port sollte nur in Ausnahmefällen Blut entnommen werden
10. Was ist nach der Entnahme einer Blutkultur zu beachten?
- A) sofortiger Transport in einem Thermobehälter in das Labor
 - B) sofortiger Transport in das Labor per Rohrpost
 - C) bei absehbarer Entnahme weiterer Patientenproben ist ein Verbleib bis zu einer Stunde auf der Station kein Problem
 - D) werden die Blutkulturen im Kühlschrank aufbewahrt, können sie bis zum nächsten Tag auf der Station verbleiben
 - E) die Entnahme von Blutkulturen sollte im zuständigen mikrobiologischen Labor angekündigt werden

Vielen Dank, dass Sie sich für die Beantwortung der Fragen Zeit genommen haben!

Lösungsschlüssel: 1.a, c, d; 2.b, c, d; 3.b, d; 4.c; 5.a, c; 6.b; 7.b, d; 8.a, d, e; 9.b, c, e; 10.b, c

Anlage 2.4 Abschlussfragebogen mit BD Vacutainer®

Befragung zur Blutkulturentnahme

Sehr geehrte Mitarbeitende des Universitätsklinikums des Saarlandes,

wir planen die Blutkulturdiagnostik im UKS für Sie und die Patienten zu optimieren. Dazu haben Sie vor einigen Wochen an unserer Schulung zur Blutkulturdiagnostik teilgenommen.

Im Folgenden bitten wir Sie, uns Ihre Erfahrungen mitzuteilen. Dies wird nur wenig Ihrer Zeit in Anspruch nehmen, aber für uns in der Auswertung relevant sein.

Die Befragung wird anonym im Rahmen einer wissenschaftlichen Arbeit ausgewertet.

Für Rückfragen stehen Ihnen zur Verfügung:

Frau cand. med. Elisabeth Nese (s8elnese@stud.uni-saarland.de)

Frau Dr. Sophie Schneitler (sophie.schneitler@uks.eu)

Für Ihre Mitarbeit bedanken wir uns herzlich!

Station/Ambulanz: _____

Ihr Geschlecht:

- ☐ männlich ☐ weiblich ☐ divers

Ihr Alter:

- ☐ unter 20 Jahre ☐ 20 - 30 Jahre ☐ 31 - 40 Jahre
☐ 41-50 Jahre ☐ 51 - 60 Jahre ☐ > 61 Jahre

Ihre Position auf Station:

- ☐ Pflegepersonal
☐ ärztliches Personal
☐ Stationssekretärin/Stationssekretär
☐ Schülerin/Schüler
☐ PJ-Studentin/PJ-Student
☐ Sonstiges (bitte angeben): _____

Wer nimmt die Blutkulturen ab?

- ☐ Pflegepersonal
- ☐ ärztliches Personal
- ☐ ärztliches oder Pflegepersonal
- ☐ Sonstiges (bitte angeben): _____

Wer entscheidet, wann und wie viele Blutkulturflaschen abgenommen werden?

- ☐ Pflegepersonal
- ☐ ärztliches Personal
- ☐ ärztliches oder pflegerisches Personal
- ☐ Sonstiges (bitte angeben): _____

Wer erstellt die order-entry-Anforderung für die Blutkulturdiagnostik?

- ☐ Pflegepersonal
- ☐ ärztliches Personal
- ☐ ärztliches oder pflegerisches Personal
- ☐ Sonstiges (bitte angeben): _____

Ihre Antworten beziehen sich auf die Situation einer:

- ☐ Normalstation
- ☐ Überwachungsstation
- ☐ Ambulanz
- ☐ Sonstiges (bitte angeben): _____

1. An welcher Art der Schulung haben Sie teilgenommen?

- ☐ Anwesenheitsschulung
- ☐ Online-Schulung mittels Powerpoint-Folien

2. Wie hilfreich haben Sie die Schulung empfunden? (bitte kreuzen Sie eine Zahl an)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

überhaupt nicht zufrieden

sehr zufrieden

3. Haben Sie die Informationskarte für die Kitteltasche genutzt?

- ☐ ja
- ☐ teilweise
- ☐ nein
- ☐ keine Angabe

3.1. **Wenn ja**, wie hilfreich haben Sie diese empfunden? (bitte kreuzen Sie eine Zahl an)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

überhaupt nicht zufrieden

sehr zufrieden

4. Haben Sie die Etiketten auf den Blutkulturflaschen genutzt?

- ☐ ja ☐ teilweise ☐ nein ☐ keine Angabe

4.1. **Wenn ja**, wie hilfreich haben Sie diese empfunden? (bitte kreuzen Sie eine Zahl an)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

überhaupt nicht zufrieden

sehr zufrieden

5. Wurden die Informationen aus den wöchentlichen Rückmeldungen zur Abnahme von Blutkulturen an Sie weitergeleitet?

- ☐ ja ☐ teilweise ☐ nein ☐ keine Angabe

5.1. **Wenn ja**, wie hilfreich haben Sie diese empfunden? (bitte kreuzen Sie eine Zahl an)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

überhaupt nicht zufrieden

sehr zufrieden

6. Haben Sie an den Flaschen vor der Befüllung mit Blut die anzustrebende Füllhöhe markiert?

- ☐ ja ☐ teilweise ☐ nein ☐ keine Angabe

6.1. **Wenn ja**, wie hilfreich haben Sie dies empfunden? (bitte kreuzen Sie eine Zahl an)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

überhaupt nicht zufrieden

sehr zufrieden

7. Haben Sie das BD Vacutainer®-System genutzt?

- ☐ ja, in _____ Prozent der Blutkulturabnahmen
☐ nein
☐ keine Angabe

8. Wie empfinden Sie die Technik der Abnahme mithilfe des BD Vacutainer®-Systems im Vergleich zur herkömmlichen Methode mittels Spritze und Extrabeimpfung der Blutkulturen?

- ☐ einfacher
☐ gleich
☐ schwieriger
☐ keine Angabe

9. Denken Sie, dass Sie eine Zeitersparnis bei der Nutzung des BD Vacutainer®-Systems hatten?

- ☐ ja
- ☐ nein, es dauert länger
- ☐ nein, es dauert genauso lang
- ☐ keine Angabe

10. Traten Probleme bei der Abnahme auf? (z.B. schlechtere Befüllung bei schwierigen Venenverhältnissen/in bestimmten klinischen Situationen...)

11. Erwarten Sie eine geringere Kontamination mit nicht relevanten Bakterien der Blutkulturflaschen bei Nutzung des BD Vacutainer®-Systems?

- ☐ ja
- ☐ teilweise
- ☐ nein
- ☐ keine Angabe

12. Wie schätzen Sie das Verletzungsrisiko bei Nutzung des BD Vacutainer®-Systems im Vergleich zur herkömmlichen Methode ein?

- ☐ niedriger
- ☐ gleich
- ☐ erhöht
- ☐ keine Angabe

13. Wie zufrieden sind Sie mit dem BD Vacutainer®-System? (bitte kreuzen Sie eine Zahl an)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

überhaupt nicht zufrieden

sehr zufrieden

14. Bevorzugen Sie das BD Vacutainer®-System im Vergleich zur herkömmlichen Methode?

- ☐ ja
- ☐ teilweise
- ☐ nein
- ☐ keine Angabe

15. Wie schätzen Sie die verschiedenen Maßnahmen zur Optimierung der Blutkulturdiagnostik ein? Erstellen Sie bitte ein Ranking, indem Sie die Zahlen 1-5 vergeben (1 = am hilfreichsten, 5 = am wenigsten hilfreich).

- _____ Schulung
- _____ Karten für die Kitteltasche
- _____ Etiketten auf Blutkulturflaschen
- _____ wöchentliche Rückmeldungen zur Entnahme der Blutkulturen
- _____ BD Vacutainer®

16. Hat sich aus Ihrer Sicht seit der Schulung etwas bei der Blutkulturentnahme geändert?

17. Was wünschen Sie sich in diesem Zusammenhang für die Zukunft?

Zum Abschluss bitten wir Sie, die folgenden, Ihnen bereits bekannten, Fragen erneut zu beantworten.

Kreuzen Sie bitte die richtigen Antworten auf die untenstehenden Fragen an. Es können mehrere Antworten richtig sein.

1. Wann werden Blutkulturen abgenommen?
 - ☐ A) bei Fieber
 - ☐ B) routinemäßig bei Aufnahme des Patienten
 - ☐ C) bei Schüttelfrost
 - ☐ D) bei septischem Schock
 - ☐ E) routinemäßig nach invasiven Eingriffen

2. An welcher Stelle werden Blutkulturen abgenommen?
- A) bei Vorliegen eines zentralen Zugangs sollte aus diesem immer eine Entnahme erfolgen
 - B) besteht keine Möglichkeit der peripheren Entnahme, kann diese aus einem vorliegenden zentralen Zugang erfolgen
 - C) aus ZVK, arteriellem Katheter oder Port nur bei Verdacht auf Infektion dieses Zugangs
 - D) peripher an mindestens zwei Stellen
 - E) bei Vorliegen eines ZVK, arteriellen Katheters oder Ports ist keine periphere Entnahme nötig
3. Wie viele Blutkulturen sollten in welchem Abstand abgenommen werden?
- A) eine aerobe und eine anaerobe Blutkultur ist immer ausreichend
 - B) eine aerobe und eine anaerobe Blutkultur gleichzeitig, erneute Entnahme nach 20 bis 30 Minuten
 - C) eine aerobe, nach 20 bis 30 Minuten eine anaerobe Blutkultur
 - D) unter bestimmten Umständen auch häufiger als zweimal an einem Tag
 - E) eine aerobe Blutkultur ist in den meisten Fällen ausreichend
4. Mit wie viel Blut soll eine aerobe oder anaerobe Blutkulturflasche befüllt werden?
- A) etwa 2 ml pro Blutkulturflasche
 - B) etwa 5 ml pro Blutkulturflasche
 - C) etwa 8 ml pro Blutkulturflasche
 - D) etwa 20 ml pro Blutkulturflasche
 - E) bei Kindern und Erwachsenen unterscheidet sich die Füllmenge nicht
5. Wozu werden die unterschiedlichen Blutkulturflaschen genutzt?
- A) unterschiedliche Wachstumsbedingungen für die Bakterien
 - B) nicht alle sind für Blut geeignet, manche sind auch ausschließlich für andere Körperflüssigkeiten konzipiert
 - C) Pilze benötigen eine spezielle Blutkulturflasche (besonderes Nährmedium)
 - D) bei Verdacht auf eine nosokomiale Infektion werden spezielle Nährmedien verwendet
 - E) bestimmte Nährmedien können sofort untersucht werden, andere werden für spätere Untersuchungen rückgestellt

6. In welcher Reihenfolge werden die Blutkulturen bei herkömmlicher Entnahme mittels Spritze beimpft?
- A) zuerst aerob, dann anaerob
 - B) zuerst anaerob, dann aerob
 - C) zwei aerobe Flaschen
 - D) zwei anaerobe Flaschen
 - E) die Reihenfolge spielt keine Rolle
7. In welcher Reihenfolge werden die Blutkulturen bei Entnahme mittels BD Vacutainer® abgenommen?
- A) zuerst aerob, dann anaerob
 - B) zuerst anaerob, dann aerob
 - C) zwei aerobe Flaschen
 - D) zwei anaerobe Flaschen
 - E) die Reihenfolge spielt keine Rolle
8. Unter welchen hygienischen Bedingungen sollte die Blutentnahme erfolgen?
- A) einmalige Desinfektion der Haut genügt
 - B) Desinfizieren der Blutkulturflaschen vor Beimpfung
 - C) Entnahme mit sterilen Handschuhen
 - D) eine sterile Blutentnahme ist wichtig, um eine Kontamination zu vermeiden
 - E) da im Blut Bakterien wahrscheinlich nachweisbar sind, kann auf die Desinfektion verzichtet werden
9. Was muss bei der Beschriftung von Blutkulturflaschen beachtet werden?
- A) auf jede Blutkulturflasche gehören, neben dem Patientenetikett, Datum und Uhrzeit der Entnahme
 - B) der Ort der Blutentnahme spielt bei der Beschriftung keine Rolle
 - C) um Kontaminationen nachverfolgen zu können, sollte die entnehmende Person vermerkt werden
 - D) es empfiehlt sich die Angabe des Entnahmeortes, z.B. um Katheterinfektionen besser identifizieren zu können
 - E) Markierung der benötigten Füllmenge auf der Flasche erleichtert die Entnahme

10. Was muss bei der Blutkulturentnahme aus einem ZVK oder Port beachtet werden?

- A) Abziehen und Verwerfen von 5-10 ml Blut vor Entnahme des Blutes für die Blutkulturen
- B) Desinfizieren des Katheters vor Blutentnahme
- C) nach der Blutentnahme sollte der ZVK oder Port gespült werden
- D) die Entnahme muss aus jedem ZVK-Schenkel erfolgen
- E) aus einem Port sollte nur in Ausnahmefällen Blut entnommen werden

11. Was ist nach der Entnahme einer Blutkultur zu beachten?

- A) sofortiger Transport in einem Thermobehälter in das Labor
- B) sofortiger Transport in das Labor per Rohrpost
- C) bei absehbarer Entnahme weiterer Patientenproben ist ein Verbleib bis zu einer Stunde auf der Station kein Problem
- D) werden die Blutkulturen im Kühlschrank aufbewahrt, können sie bis zum nächsten Tag auf der Station verbleiben
- E) die Entnahme von Blutkulturen sollte im zuständigen mikrobiologischen Labor angekündigt werden

Wir bedanken uns für die Teilnahme an diesem Projekt und Ihre Mithilfe, die Blutkulturdiagnostik zu verbessern!

Für Rückfragen stehen wir Ihnen gern weiterhin zur Verfügung.

Frau Dr. Sophie Schneitler (sophie.schneitler@uks.eu)

Frau Elisabeth Naser (s8elnese@stud.uni-saarland.de)

Lösungsschlüssel: 1.a, c, d; 2.b, c, d; 3.b, d; 4.c; 5.a, c; 6.b; 7.a; 8.b, d; 9.a, d, e; 10.b, c, e; 11.b, c

Anlage 2.5 Abschlussfragebogen ohne BD Vacutainer®

Befragung zur Blutkulturentnahme

Sehr geehrte Mitarbeitende des Universitätsklinikums des Saarlandes,

wir planen die Blutkulturdiagnostik im UKS für Sie und die Patienten zu optimieren. Dazu haben Sie vor einigen Wochen an unserer Schulung zur Blutkulturdiagnostik teilgenommen.

Im Folgenden bitten wir Sie, uns Ihre Erfahrungen mitzuteilen. Dies wird nur wenig Ihrer Zeit in Anspruch nehmen, aber für uns in der Auswertung relevant sein.

Die Befragung wird anonym im Rahmen einer wissenschaftlichen Arbeit ausgewertet.

Für Rückfragen stehen Ihnen zur Verfügung:

Frau cand. med. Elisabeth Nese (s8elnese@stud.uni-saarland.de)

Frau Dr. Sophie Schneitler (sophie.schneitler@uks.eu)

Für Ihre Mitarbeit bedanken wir uns herzlich!

Station/Ambulanz: _____

Ihr Geschlecht:

- ☐ männlich ☐ weiblich ☐ divers

Ihr Alter:

- ☐ unter 20 Jahre ☐ 20 - 30 Jahre ☐ 31 - 40 Jahre
☐ 41-50 Jahre ☐ 51 - 60 Jahre ☐ > 61 Jahre

Ihre Position auf Station:

- ☐ Pflegepersonal
☐ ärztliches Personal
☐ Stationssekretärin/Stationssekretär
☐ Schülerin/Schüler
☐ PJ-Studentin/PJ-Student
☐ Sonstiges (bitte angeben): _____

Wer nimmt die Blutkulturen ab?

- ☐ Pflegepersonal
☐ ärztliches Personal
☐ ärztliches oder Pflegepersonal
☐ Sonstiges (bitte angeben): _____

Wer entscheidet, wann und wie viele Blutkulturflaschen abgenommen werden?

- ☐ Pflegepersonal
☐ ärztliches Personal
☐ ärztliches oder pflegerisches Personal
☐ Sonstiges (bitte angeben): _____

Wer erstellt die order-entry-Anforderung für die Blutkulturdiagnostik?

- ☐ Pflegepersonal
- ☐ ärztliches Personal
- ☐ ärztliches oder pflegerisches Personal
- ☐ Sonstiges (bitte angeben): _____

Ihre Antworten beziehen sich auf die Situation einer:

- ☐ Normalstation
- ☐ Überwachungsstation
- ☐ Ambulanz
- ☐ Sonstiges (bitte angeben): _____

1. An welcher Art der Schulung haben Sie teilgenommen?

- ☐ Anwesenheitsschulung
- ☐ Online-Schulung mittels Powerpoint-Folien

2. Wie hilfreich haben Sie die Schulung empfunden? (bitte kreuzen Sie eine Zahl an)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

überhaupt nicht zufrieden

sehr zufrieden

3. Haben Sie die Informationskarte für die Kitteltasche genutzt?

- ☐ ja
- ☐ teilweise
- ☐ nein
- ☐ keine Angabe

3.1. **Wenn ja**, wie hilfreich haben Sie diese empfunden? (bitte kreuzen Sie eine Zahl an)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

überhaupt nicht zufrieden

sehr zufrieden

4. Haben Sie die Etiketten auf den Blutkulturflaschen genutzt?

- ☐ ja
- ☐ teilweise
- ☐ nein
- ☐ keine Angabe

4.1. **Wenn ja**, wie hilfreich haben Sie diese empfunden? (bitte kreuzen Sie eine Zahl an)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

überhaupt nicht zufrieden

sehr zufrieden

5. Wurden die Informationen aus den wöchentlichen Rückmeldungen zur Abnahme von Blutkulturen an Sie weitergeleitet?

☐ ja ☐ teilweise ☐ nein ☐ keine Angabe

- 5.1. **Wenn ja**, wie hilfreich haben Sie diese empfunden? (bitte kreuzen Sie eine Zahl an)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

überhaupt nicht zufrieden

sehr zufrieden

6. Haben Sie an den Flaschen vor der Befüllung mit Blut die anzustrebende Füllhöhe markiert?

☐ ja ☐ teilweise ☐ nein ☐ keine Angabe

- 6.1. **Wenn ja**, wie hilfreich haben Sie dies empfunden? (bitte kreuzen Sie eine Zahl an)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

überhaupt nicht zufrieden

sehr zufrieden

7. Wie schätzen Sie die verschiedenen Maßnahmen zur Optimierung der Blutkulturdiagnostik ein? Erstellen Sie bitte ein Ranking, indem Sie die Zahlen 1-5 vergeben.

(1 = am hilfreichsten, 5 = am wenigsten hilfreich)

_____ Schulung

_____ Karten für die Kitteltasche

_____ Etiketten auf Blutkulturflaschen

_____ wöchentliche Rückmeldungen zur Entnahme der Blutkulturen

_____ BD Vacutainer®

8. Hat sich aus Ihrer Sicht seit der Schulung etwas bei der Blutkulturentnahme geändert?

9. Was wünschen Sie sich in diesem Zusammenhang für die Zukunft?

Zum Abschluss bitten wir Sie, die folgenden, Ihnen bereits bekannten Fragen erneut zu beantworten.

Kreuzen Sie bitte die richtigen Antworten auf die untenstehenden Fragen an. Es können mehrere Antworten richtig sein.

1. Wann werden Blutkulturen abgenommen?
 - ☐ A) bei Fieber
 - ☐ B) routinemäßig bei Aufnahme des Patienten
 - ☐ C) bei Schüttelfrost
 - ☐ D) bei septischem Schock
 - ☐ E) routinemäßig nach invasiven Eingriffen

2. An welcher Stelle werden Blutkulturen abgenommen?
 - ☐ A) bei Vorliegen eines zentralen Zugangs sollte aus diesem immer eine Entnahme erfolgen
 - ☐ B) besteht keine Möglichkeit der peripheren Entnahme, kann diese aus einem vorliegenden zentralen Zugang erfolgen
 - ☐ C) aus ZVK, arteriellem Katheter oder Port nur bei Verdacht auf Infektion dieses Zugangs
 - ☐ D) peripher an mindestens zwei Stellen
 - ☐ E) bei Vorliegen eines ZVK, arteriellen Katheters oder Ports ist keine periphere Entnahme nötig

3. Wie viele Blutkulturen sollten in welchem Abstand abgenommen werden?
 - ☐ A) eine aerobe und eine anaerobe Blutkultur ist immer ausreichend
 - ☐ B) eine aerobe und eine anaerobe Blutkultur gleichzeitig, erneute Entnahme nach 20 bis 30 Minuten
 - ☐ C) eine aerobe, nach 20 bis 30 Minuten eine anaerobe Blutkultur
 - ☐ D) unter bestimmten Umständen auch häufiger als zweimal an einem Tag
 - ☐ E) eine aerobe Blutkultur ist in den meisten Fällen ausreichend

4. Mit wie viel Blut soll eine aerobe oder anaerobe Blutkulturflasche befüllt werden?
 - ☐ A) etwa 2 ml pro Blutkulturflasche
 - ☐ B) etwa 5 ml pro Blutkulturflasche
 - ☐ C) etwa 8 ml pro Blutkulturflasche
 - ☐ D) etwa 20 ml pro Blutkulturflasche
 - ☐ E) bei Kindern und Erwachsenen unterscheidet sich die Füllmenge nicht

5. Wozu werden die unterschiedlichen Blutkulturflaschen genutzt?
- A) unterschiedliche Wachstumsbedingungen für die Bakterien
 - B) nicht alle sind für Blut geeignet, manche sind auch ausschließlich für andere Körperflüssigkeiten konzipiert
 - C) Pilze benötigen eine spezielle Blutkulturflasche (besonderes Nährmedium)
 - D) bei Verdacht auf eine nosokomiale Infektion werden spezielle Nährmedien verwendet
 - E) bestimmte Nährmedien können sofort untersucht werden, andere werden für spätere Untersuchungen rückgestellt
6. In welcher Reihenfolge werden die Blutkulturen bei herkömmlicher Entnahme mittels Spritze beimpft?
- A) zuerst aerob, dann anaerob
 - B) zuerst anaerob, dann aerob
 - C) zwei aerobe Flaschen
 - D) zwei anaerobe Flaschen
 - E) die Reihenfolge spielt keine Rolle
7. Unter welchen hygienischen Bedingungen sollte die Blutentnahme erfolgen?
- A) einmalige Desinfektion der Haut genügt
 - B) Desinfizieren der Blutkulturflaschen vor Beimpfung
 - C) Entnahme mit sterilen Handschuhen
 - D) eine sterile Blutentnahme ist wichtig, um eine Kontamination zu vermeiden
 - E) da im Blut Bakterien wahrscheinlich nachweisbar sind, kann auf die Desinfektion verzichtet werden
8. Was muss bei der Beschriftung von Blutkulturflaschen beachtet werden?
- A) auf jede Blutkulturflasche gehören, neben dem Patientenetikett, Datum und Uhrzeit der Entnahme
 - B) der Ort der Blutentnahme spielt bei der Beschriftung keine Rolle
 - C) um Kontaminationen nachverfolgen zu können, sollte die entnehmende Person vermerkt werden
 - D) es empfiehlt sich die Angabe des Entnahmeortes, z.B. um Katheterinfektionen besser identifizieren zu können
 - E) Markierung der benötigten Füllmenge auf der Flasche erleichtert die Entnahme

9. Was muss bei der Blutkulturentnahme aus einem ZVK oder Port beachtet werden?

- A) Abziehen und Verwerfen von 5-10 ml Blut vor Entnahme des Blutes für die Blutkulturen
- B) Desinfizieren des Katheters vor Blutentnahme
- C) nach der Blutentnahme sollte der ZVK oder Port gespült werden
- D) die Entnahme muss aus jedem ZVK-Schenkel erfolgen
- E) aus einem Port sollte nur in Ausnahmefällen Blut entnommen werden

10. Was ist nach der Entnahme einer Blutkultur zu beachten?

- A) sofortiger Transport in einem Thermobehälter in das Labor
- B) sofortiger Transport in das Labor per Rohrpost
- C) bei absehbarer Entnahme weiterer Patientenproben ist ein Verbleib bis zu einer Stunde auf der Station kein Problem
- D) werden die Blutkulturen im Kühlschrank aufbewahrt, können sie bis zum nächsten Tag auf der Station verbleiben
- E) die Entnahme von Blutkulturen sollte im zuständigen mikrobiologischen Labor angekündigt werden

Wir bedanken uns für die Teilnahme an diesem Projekt und Ihre Mithilfe, die Blutkulturdiagnostik zu verbessern!

Für Rückfragen stehen wir Ihnen gern weiterhin zur Verfügung.

Frau Dr. Sophie Schneitler (sophie.schneitler@uks.eu)

Frau Elisabeth Naser (s8elnese@stud.uni-saarland.de)

Lösungsschlüssel: 1.a, c, d; 2.b, c, d; 3.b, d; 4.c; 5.a, c; 6.b; 7.b, d; 8.a, d, e; 9.b, c, e; 10.b, c

Anlage 3 Rückmeldungsbogen

Wöchentliche Rückmeldung zur Entnahme von Blutkulturen in Ihrem Bereich

Kalenderwoche:

Station/Ambulanz:

Eingegangene Blutkulturen: _____, davon

_____ aerob

_____ anaerob

_____ Pilzflaschen

_____ Mykobakterienflaschen

_____ PEDS Flaschen

davon positiv: _____ (_____ %)

davon nach klinischer Rücksprache als Kontamination gewertet:

- _____ x Kontamination (_____ %),

- _____ x keine Kontamination (_____ %),

(in % bezogen auf positive Flaschen)

-Füllvolumen für alle Flaschen nach Ergebnisstatus:

Flaschenart	Positive Flaschen im Mittelwert gefüllt	Negative Flaschen im Mittelwert gefüllt
Aerob	_____ ml	_____ ml
Anaerob Standard	_____ ml	_____ ml
Anaerob Lytic	_____ ml	_____ ml
Mykologie	_____ ml	_____ ml

-Etiketten auf _____ % der Flaschen ausgefüllt

-Volumenstrich auf _____ % der Flaschen gezogen

Datum:

Unterschrift:

8. Publikation/Dank

8.1 Publikation und Kongressbeiträge

8.1.1 Publikation

Teile dieser Arbeit wurden in Erstautorenschaft in der Fachzeitschrift *Infection* (impact factor: 7.5) publiziert:

Neser E, Jung P, Halfmann A, Schröder M, Thurner L, Becker SL, Schneitler S (2023). A multi-pronged approach to improve blood culture diagnostics in different clinical departments: a single-centre experience. *Infection*. 2024 Feb;52(1):183-195

8.1.2 Abstract und Posterbeitrag

Neser E, Jung P, Halfmann A, Schröder M, Thurner L, Becker SL, Schneitler S. An antimicrobial stewardship initiative to improve blood culture sampling reveals a considerable impact of bottle types on blood culture filling volumes. 32. ECCMID, Lissabon, 2022.

8.1.3 Abstract und Vortrag

Neser E, Jung P, Halfmann A, Schröder M, Thurner L, Becker SL, Schneitler S. A diagnostic stewardship initiative shows the impact of different staff training methods on blood culture diagnostics. 74. DGHM-Jahrestagung, Berlin, 2022.

8.2 Danksagung

An dieser Stelle möchte ich all jenen danken, die mich bei der Anfertigung dieser Dissertation unterstützt haben.

Mein besonderer Dank gilt hierbei Frau Dr. Sophie Schneitler für die beispiellose Betreuung, ausgezeichnete Unterstützung bei Planung und Umsetzung der Studie sowie Durchsicht der Arbeit.

Ebenso möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr. Dr. Sören Becker bedanken für die Ermöglichung dieser Dissertation am Institut für Medizinische Mikrobiologie und Hygiene des Universitätsklinikum des Saarlandes, die Unterstützung und die abschließende Durchsicht der Arbeit.

Weiterhin gilt mein Dank allen Mitarbeitenden des Instituts für Medizinische Mikrobiologie und Hygiene für Hilfestellung bei statistischen Fragen und technische Unterstützung sowie den Mitarbeitenden der Interventionsstationen für die Teilnahme an den Personalschulungen und die Umsetzung der Inhalte und eingeführten Maßnahmen.

Abschließend möchte ich meiner Familie, insbesondere meinen Eltern, sowie meinen Freundinnen und Freunden für die Ermutigungen, Anregungen, statistische Beratung und Durchsicht der Arbeit danken.

9. Lebenslauf

Aus datenschutzrechtlichen Gründen wird der Lebenslauf in der elektronischen Fassung der Dissertation nicht veröffentlicht.