

## MIKROBIELLE BRANDBESCHLEUNIGER

BIOFILME, MRSA, PVL UND ANDERE  
INFEKTIONEN BEI SCHWER HEILENDEN  
WUNDEN



ROALD PAPKE  
BERAHTZ KRANKENHAUSHYGIENE  
SANA KLINIKUM LICHTENBERG

## INTERESSENKONFLIKTE

- ES EXISTIEREN KEINE INTERESSENKONFLIKTE
- DER VORTRAG WIRD NICHT KOMMERZIELL UNTERSTÜTZT
- ES EXISTIEREN KEINE FINANZIELLEN INTERESSEN
- DAS EINZIGE NICHT-FINANZIELLE INTERESSE IST, DASS SIE EINE GUTE ZEIT HABEN



## TATORT WUNDINFEKTION URSACHEN



- LOKALE DURCHBLUTUNGSSTÖRUNGEN
- DIABETES MELLITUS
- GESTÖRTE IMMUNKOMPETENZ
- INFEKTIONEN

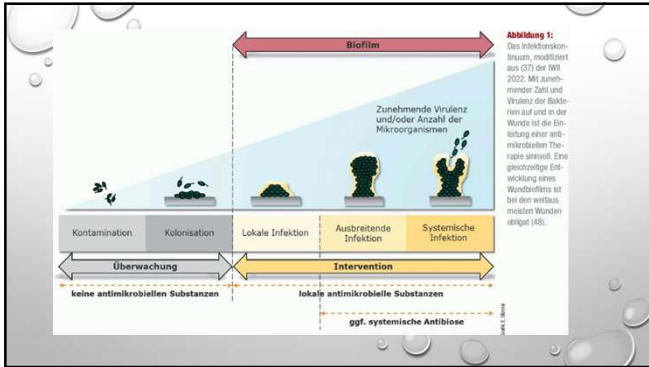
## WARUM SIND CHRONISCHE WUNDEN SO BEDEUTEND

- RUND 35 % ALLER CHRONISCHEN WUNDEN FÜHREN ZU WIEDERKEHRENDEN (SYSTEMISCHEN) INFEKTIONEN; ANDERERSEITS SIND SYSTEMISCHE KEIME IN BIS ZU 40 % DER WUNDINFEKTIONEN AUSLÖSER SCHWER HEILENDER WUNDEN
- REKURRIERENDE WUNDEN STELLEN EIN ERNSTES RISIKO UND EINE HOHE MINDERUNG DER LEBENSQUALITÄT FÜR DEN PATIENTEN DAR
- BEI DER BEURTEILUNG DER SITUATION MÜSSEN AUCH IMMER ALLE ANDEREN BEGLEITERKRANKUNGEN UND KONDITIONEN DES PATIENTEN MIT EINBEZOGEN WERDEN

## KLASSIFIKATION DES WUNDSTATUS

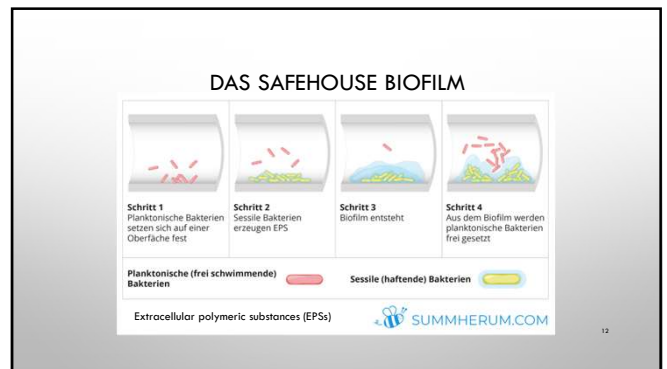
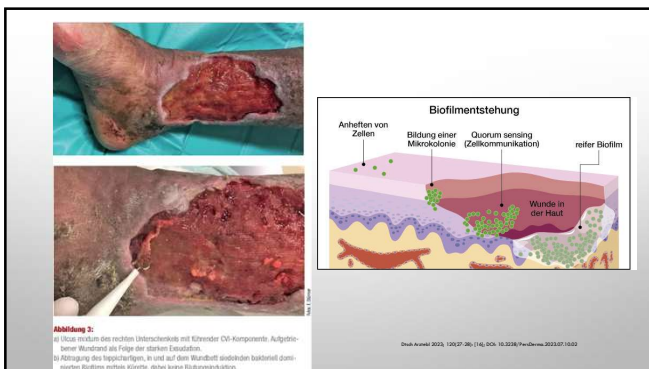
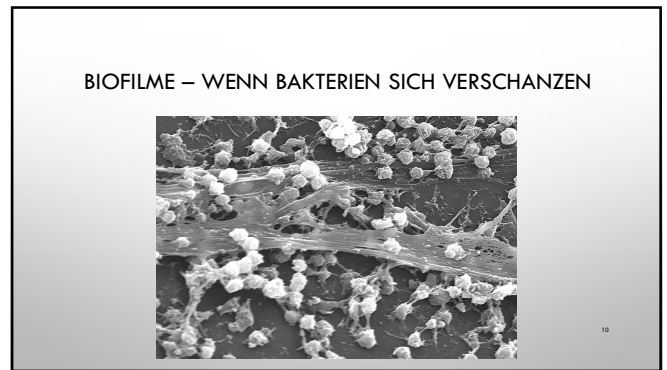
**Table 2.** Classification of the microbial status of wounds

| Term               | Characteristics   |
|--------------------|---|
| Contamination      | Microorganisms are present and have attached to the tissue (microbial attachment) without (initial) proliferation   |
| Colonization       | Microorganisms are present and are proliferating; a clinically significant immunological host reaction is (initially) absent  |
| Local infection    | Clinically observable, immunological host reaction with the typical signs of infection including redness (erythema 1–2 cm measured from the wound margin) with tendencies of increase could be equivalent to spreading infection with the risk of generalization, swelling, increased local skin/tissue temperature, pain, functional impairment, and increase in exudate quantity and viscosity, for example, perceptible odor and stagnation in wound healing |
| Systemic infection | In addition to the local inflammatory reactions, signs of a systemic host reaction such as leukocytosis, increase in C-reactive protein and fever   |



### PROBLEM BIOFILM

- BEI DER BESIEDLUNG VON WUNDEN KANN SICH EIN BIOFILM AUSBILDEN
- DER BIOFILM IST EINE KOMPLEXE STRUKTUR AUS ORGANISCHEM MATERIAL UND MIKROORGANISMEN
- DURCH DEN BIOFILM WIRD DIE BAKTERIENPOPULATION TOLERANTER UND GEBEHEHENFALLS AUCH RESISTENTER GEGEN ANTIMIKROBIELLE MAGNAHMEN



### DAS SAFEHOUSE BIOFILM

| Vorteile von Bakterien im Biofilm |   |
|-----------------------------------|---|
| Metabolische Symbiosen            | Freisetzung und Speicherung von Nährstoffen   |
|                                   | Entsorgung von Abfallstoffen  |
| Informationsaustausch             | Genetische Informationen (z. B. Resistenzgene)                                      |
|                                   | Informationen über Populationsgröße, Nahrungsangebot und pH-Wert („Quorum sensing“) |
| Schutz                            | vor äußeren Einflüssen (UV-Licht, Austrocknung, etc.)                               |
|                                   | vor Zellen des Immunsystems   |
|                                   | vor antimikrobiellen Substanzen   |

### CHRONISCHE WUNDEN AM BEISPIEL: DAS DIABETISCHE FUßSYNDROM

- DFS → VASKULÄRE KOMPLIKATION VON DIABETES MELLITUS
- WHO DEFINITION: „ULCERATION OF THE FOOT (DISTALLY FROM THE ANKLE AND INCLUDING THE ANKLE) ASSOCIATED WITH NEUROPATHY AND DIFFERENT GRADES OF ISCHEMIA AND INFECTION)
- PATHOGENITÄTSMCHANISMEN UMFASSEN:
  - PERIPHERE NEUROPATHIE
  - FUß DEFORMATION, UNGEWÖHNLICHE DRUCK- UND GELENKBELASTUNGEN
  - TRAUMA
  - PERIPHERE ARTERIENVERÄNDERUNGEN

### PATHOGENETISCHE BEDEUTUNG

INFEKTION HÄUFIGSTE URSACHE FÜR HOSPITALISIERUNG BEIM DFU

- ZUNÄCHST BIOFILMBILDUNG DURCH HAUTKOMMENSALEN OHNE WIRTSREAKTION MIT REGULATIVER SCHUTZFUNKTION, ABER AUCH ENTWICKLUNG CHRON. INFEKTION DURCH AGGREGATION EINER „FUNCTIONALLY EQUIVALENT PATHOGROUP“ (FEP) (Z.B. CUTIBACTERIUM + CORYNEBACTERIUM + CNS)
- VORKOMMEN TOXIN BILDENDER  $\beta$ -HÄMOL. STREPTOKOKKEN ODER STAPHYLOKOKKEN MIT GEWEBEDESTRUKTION HÄUFIGER BEI SCHWEREN VERLÄUFEN, NICHT TOXIKOGENE STÄMME MEHR IN TIEFEN STRUKTUREN UND BEI OSTEOMYELITIS



WEGEN BIOFILM + FEP HÄUFIG VERSAGEN DES ANTIOTIKUMS  
SCHARFES DEBRIDEMENT + ANTISEPTIK + WECHSEL DES ANTIOTIKUMS

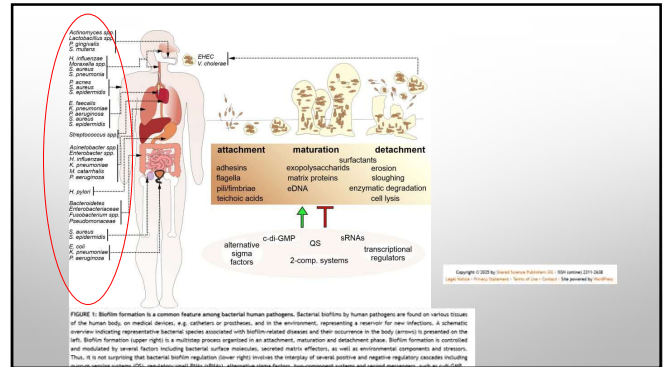
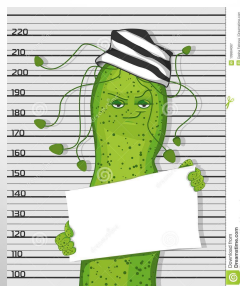


FIGURE 1. Biofilm formation is a common feature among bacterial human pathogens. Bacterial biofilms by human pathogens are found on various tissues of the human body, on medical devices, e.g., catheters or prostheses, and in the environment, representing a reservoir for new infections. A schematic diagram illustrating representative bacterial species associated with human-related diseases and their occurrence in the body (arrows) is presented on the left. Biofilm formation (upper right) is a multistep process organized in an attachment, maturation and detachment phase. Biofilm formation is controlled and regulated by several factors including bacterial surface molecules, secreted matrix effectors, as well as environmental components and stresses. Thus, it is not surprising that bacterial biofilm regulation (lower right) involves the interplay of several positive and negative regulatory cascades including

### DIE TÄTER



### ERREGERSPEKTRUM CHRONISCHE WUNDEN

Table 3. Distribution of microorganisms stratified by group and survey's year.

| Species                            | 2017       |           |            | 2018       |       |       | 2019  |       |       | Total |       |  |
|------------------------------------|------------|-----------|------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
|                                    | N (%)      | N (%)     | N (%)      | N (%)      | N (%) | N (%) | N (%) | N (%) | N (%) | N (%) | N (%) |  |
| Gram-negative                      | 40 (22.5)  | 63 (35.2) | 76 (42.5)  | 179 (57.9) |       |       |       |       |       |       |       |  |
| <i>Acinetobacter</i>               | 4 (23.6)   | 5 (29.4)  | 8 (47.0)   | 17 (9.5)   |       |       |       |       |       |       |       |  |
| <i>Stenotrophomonas</i>            | 3 (100.0)  | -         | -          | 3 (1.7)    |       |       |       |       |       |       |       |  |
| <i>Citrobacter</i>                 | 1 (3.3)    | -         | -          | 1 (0.5)    |       |       |       |       |       |       |       |  |
| <i>Enterobacter cloacae</i>        | 21 (100.0) | -         | -          | 40 (35.5)  |       |       |       |       |       |       |       |  |
| <i>Klebsiella</i>                  | 11 (100.0) | -         | -          | 1 (100.0)  |       |       |       |       |       |       |       |  |
| <i>Klebsiella pneumoniae</i>       | 11 (100.0) | -         | -          | 1 (33.3)   |       |       |       |       |       |       |       |  |
| <i>Morganella morganii</i>         | 51 (100.0) | -         | -          | 29 (32.2)  |       |       |       |       |       |       |       |  |
| <i>Proteus mirabilis</i>           | 11 (100.0) | -         | -          | 1 (50.0)   |       |       |       |       |       |       |       |  |
| <i>Proteus mirabilis</i>           | 11 (100.0) | -         | -          | 3 (100.0)  |       |       |       |       |       |       |       |  |
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i>      | 14 (100.0) | -         | -          | 2 (40.0)   |       |       |       |       |       |       |       |  |
| <i>Flavobacterium</i>              | 11 (100.0) | -         | -          | 1 (50.0)   |       |       |       |       |       |       |       |  |
| <i>Staphylococcus aureus</i>       | 37 (32.7)  | 36 (31.8) | 113 (36.6) |            |       |       |       |       |       |       |       |  |
| <i>Staphylococcus aureus</i>       | 1 (33.3)   | -         | -          | 1 (0.9)    |       |       |       |       |       |       |       |  |
| <i>Staphylococcus aureus</i>       | 29 (32.6)  | 29 (32.2) | 90 (79.4)  |            |       |       |       |       |       |       |       |  |
| <i>Staphylococcus aureus</i>       | 1 (50.0)   | -         | -          | 2 (1.8)    |       |       |       |       |       |       |       |  |
| <i>Staphylococcus epidermidis</i>  | 3 (100.0)  | -         | -          | 3 (2.7)    |       |       |       |       |       |       |       |  |
| <i>Staphylococcus haemolyticus</i> | 1 (20.0)   | -         | -          | 2 (40.0)   |       |       |       |       |       |       |       |  |
| <i>Staphylococcus lugdunensis</i>  | 1 (50.0)   | -         | -          | 1 (50.0)   |       |       |       |       |       |       |       |  |
| <i>Staphylococcus schleiferi</i>   | -          | -         | -          | 1 (100.0)  |       |       |       |       |       |       |       |  |
| <i>Staphylococcus sciuri</i>       | -          | -         | -          | 1 (100.0)  |       |       |       |       |       |       |       |  |
| <i>Staphylococcus simulans</i>     | 1 (50.0)   | -         | -          | 2 (1.8)    |       |       |       |       |       |       |       |  |
| <i>Streptococcus agalactiae</i>    | -          | -         | -          | 1 (100.0)  |       |       |       |       |       |       |       |  |
| <i>Streptococcus pyogenes</i>      | -          | -         | -          | 1 (100.0)  |       |       |       |       |       |       |       |  |
| <i>Streptococcus salivarius</i>    | -          | -         | -          | 1 (100.0)  |       |       |       |       |       |       |       |  |



### PSEUDOMONAS AERUGINOSA

- IM LABOR:
  - LINDENBLÜTIGER GERUCH
  - OFT METALLISCHER GLANZ
- NATÜRLICHE RESISTENZ GEGEN VIELE ANTIBIOTIKA
  - EFFLUXPUMPEN ALS AKTIVER MECHANISMUS
  - ÄUSSERE MEMBRAN MIT GERINGER PERMEABILITÄT
- VIELE ERWORBENE RESISTENZEN
  - INDUZIERBARE AMP-C-B-LAKTAMASE
- IMPENEMRESISTENZ ÜBER DURCH MUTATION INAKTIVIERTE PORINE
  - AUSSCHALTEN DES IMPENEM TRANSPORTS
  - GERINGERER INFLUX VON IMPENEM, AUSSCHALTEN DER RESTE DURCH B-LAKTAMASE

### STAPHYLOCOCCUS AUREUS (+ MRSA)

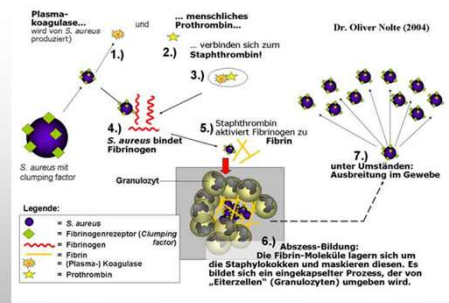
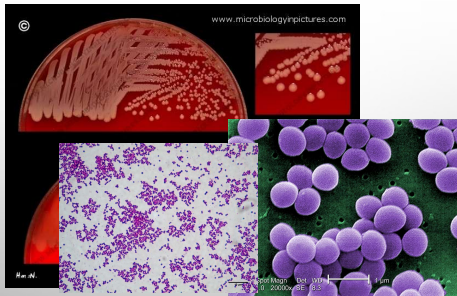


**Spitzname MRSA:** Super bug

**"Gesunder Staph":** Staphylokokken, auch *S. aureus*, sind Teil der normalen Hautflora, aber weniger als 2% der Bevölkerung sind MRSA Träger.

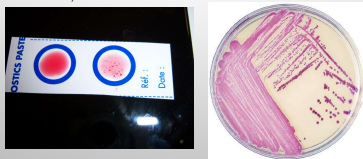
**Verbreitung:** Über >80,000 invasive MRSA Infektionen und >11,000 Todesfälle gehen auf die Kosten von MRSA

**Fun-Fact:** Michael Jackson hat sich während einer Nasenoperation eine MRSA Infektion eingehandelt.



### STAPHYLOCOCCUS AUREUS, MSSA UND MRSA

- IM LABOR:
  - SEHR UNAUFDRINGLICHER GERUCH
  - TATSÄCHLICH LEICHT GELBLICHE FÄRBUNG (AUREUS), B-HÄMOLYSE
  - KOAGULASE-POSITIV
  - UNTERSCHIEDUNG MSSA/MRSA SEHR LEICHT ÜBER CHROMAGAR UND PBP2 TEST



### DER MYSTERIÖSE ANGREIFER

- 10 JÄHRIGER JUNGE
- ABSZEDIERENDE FINGERPHLEGMONE
- KEINE WEITEREN NEBENERKRANKUNGEN BEKANNT
- KEIN ANZEICHEN AUF OSTEOMYELITIS (PUH)



Quelle: Pflüger, Volume 35, pages 40-45, (2023)

### WAS SAGT DIE MIKROBIOLOGIE?

Nicht oral (nur bei C. diff) Nur IV Nur IV und nie bei Pneumonie!

| Material (Substrat, Material Info)  | Erreger (Nachweis)   | Status  | Antibiotikum 1-7 25   |
|---|--|---------|---|
| Stuhl (Kolonkultur)   | MRSA (Kolon)   | positiv | Amoxicillin<br>Clindamycin<br>Mupirocin<br>Vancomycin<br>Linezolid<br>Daptomycin<br>Ceftazidim<br>Meropenem<br>Colistin<br>Rifampin<br>Trimethoprim<br>Sulfamethoxazol<br>Nitroimidazole<br>Nitrofurantoin<br>Acetaminophen<br>Ibuprofen<br>Paracetamol<br>Nurofen<br>Aspirin<br>Acetylsalicylsäure<br>Nitroglycerin<br>Nitrofurantoin<br>Clindamycin<br>Vancomycin |
| Abschrieb (Nose) (NAT) mit LOK: ENTN: POS: ANB: 3-<br>[188812] Station 4F (Kinderchirurgie)   | Staphylococcus aureus (MRSA)   | positiv |   |
| Abschrieb (Nose, NAT) ab LOK: ansa ENTN: POS: ANB: -<br>[188812] Station 4F (Kinderchirurgie) | PVL-Gene: hachwaas127PV-Gene: hachwaas127<br>PVL-Phage: -<br>Staphylococcus aureus | positiv |   |
| Abschrieb (Nose, NAT) ab LOK: ansa ENTN: POS: ANB: -<br>[188812] Station 4F (Kinderchirurgie) | MRSA<br>Staphylococcus aureus (MRSA)   | positiv |   |
| Keime der Mund- und Rachenhöhle   | MRSA   | positiv |   |

### WAS WURDE AM ENDE GEMACHT?

- CHIRURGISCHE SANIERUNG
- INTRAVENÖSE VANCOMYCIN THERAPIE FÜR 7 TAGE
- KEINE ORALE FOLGETHERAPIE
- ENTLASSUNG NACH 7 TAGEN

### PVL – MRSA (UND MSSA)



Quelle: Ärzteblatt 45/2022

**Abbildung: Klinische Präsentationen**  
 a) Bilgung einer necrotisierender Pneumonie durch PVL-SA bei einem pädiatrischen Patienten (mit freundlicher Genehmigung der Klinik für Radiologie, Charité – Universitätsmedizin Berlin).  
 b) Typische Präsentation eines PVL-SA Hautabszesses an der Oberschenkelrückseite vor und während Incision (mit freundlicher Genehmigung Dr. D. Humme, Klinik für Dermatologie, Venereologie und Allergologie, Charité – Universitätsmedizin Berlin).  
 PVL-SA: Panton-Valentine-Leukocidin-produzierende Staphylococcus aureus Stamm

### PVL-BILDENDER STAPHYLOCOCCUS AUREUS

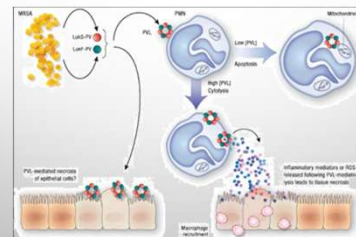


Wiev Carbons prüfen? Besuche uns auf facebook [www.facebook.com/med4life](https://www.facebook.com/med4life)

### PVL-BILDENDER STAPH. AUREUS

- PANTON-VALENTINE-LEUKOZIDIN IST EIN IN EINER PROPHAGE CODIERTES CYTOTOXIN
- 2 PROTEINE (LUKS-PV UND LUKF-PV) WERDEN ALS SUBUNITS IN DER MEMBRAN DER ABWEHRZELLEN DES WIRTES ZUM FUNKTIONELLEN CYTOTOXIN ZUSAMMENGEBAUT
- DAS TOXIN PRODUZIERT IN DER MEMBRAN POREN UND FÜHRT SO ZUR ZELLZERSTÖRUNG UND WIRKT EBENFALLS ALS SUPERANTIGEN

### PVL-WIRKUNGSWEISE



### KLINISCHES BILD PVL

- TYPISCHE SYMPTOME / ANAMNESE:
  - WIEDERKEHRENDE HAUTABSZESSE TROTZ IMMUNKOMPETENZ, TEILWEISE AUCH IM ENGEREN KONTAKTUMFELD
  - AGGRESSIVER KLINISCHER VERLAUF
  - OFT KONTAKTSPORT / ENGER KONTAKT ZU ANDEREN MENSCHEN IN ANAMNESE
  - TEILWEISE AUCH REISERÜCKKEHRER
- VERURSACHTE KRANKHEITSBILDER
  - ABSZESSE, FURUNKEL
  - KNOCHEN-, MUSKEL-, GELENKINFEKTIONEN
  - (NEKROTISIERENDE) PNEUMONIEN

Shallcross et al., *Lancet Infect Dis* 2013; 13: 43–54

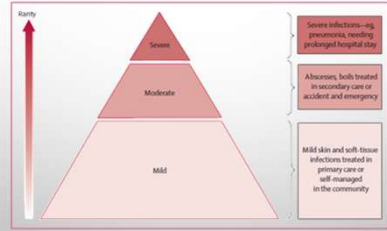


Figure 7 Clinical iceberg of Pantom-Valerine leucocidin-associated infection

### DIAGNOSTIK UND THERAPIE

- KOMBINIERTER NASEN-RACHEN ODER WUNDABSTRICH MIT ANGEFEUCHTETEM ABSTRICHTUPFER MIT SPEZIFISCHER ANFORDERUNG AN PVL!
- SYSTEMISCH RESISTOGRAMMGEMÄßE THERAPIE, Z.B. COTRIMOXAZOL, DOXYCYCLIN ODER CLINDAMYCIN
- SANIERUNG ÄQUIVALENT ZU NORMALEM MRSA

### MULTIRESISTENTE VERBRECHER

Table 1 Distribution of Main Pathogenic Bacteria Among Patients with Wound Infections from 2021 to 2023

Pathogenic Bacteria | Number of Isolates (Patients) | Colonisation Ratio (%)

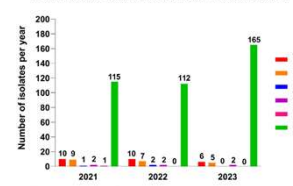


Figure 1 Detection of MRSA and NMCRRO from 2021 to 2023 (2024)

Abbreviations: MRSA, methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*; CRAB, carbapenem-resistant *Acinetobacter baumannii*; CRE, carbapenem-resistant *Enterobacteriaceae*; CRPA, carbapenem-resistant *Pseudomonas aeruginosa*; MRCONS, methicillin-resistant coagulase-negative *Staphylococcus*; NMCRRO, non-mutating resistant organism.

Downloaded from <https://www.cambridge.org/core>. Access provided by <https://www.cambridge.org/core>. See <https://www.cambridge.org/core/terms>. <https://doi.org/10.1017/S1446765724000001>

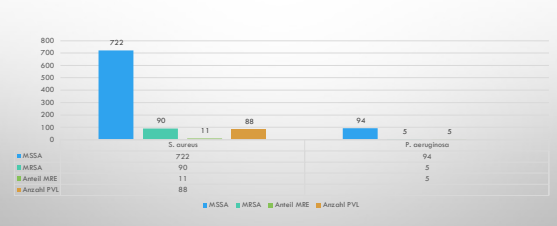
**Table 2 The Resistance Rates of Major Gram-Positive Cocci (Number of Strains (%))**

| Antibacterial Drugs                | Antibiotic Classes | <i>S. aureus</i> (N=913) | <i>E. faecalis</i> (N=239) | <i>E. faecium</i> (N=113) |
|------------------------------------|--------------------|--------------------------|----------------------------|---------------------------|
| Penicillin G                       | β-Lactams          | 78 (84.6%)               | 3 (12.2%)                  | 12 (92.3%)                |
| Oxacillin                          | β-Lactams          | 22 (23.9%)               | N/A                        | N/A                       |
| Amoxicillin                        | β-Lactams          | N/A                      | 0 (0.0%)                   | 12 (92.3%)                |
| High concentration of streptomycin | Aminoglycosides    | N/A                      | 9 (37.2%)                  | 7 (61.9%)                 |
| High concentration of Gentamicin   | Aminoglycosides    | N/A                      | 11 (45.9%)                 | 3 (26.5%)                 |
| Vancomycin                         | Glycopeptides      | 0 (0.0%)                 | 0 (0.0%)                   | 0 (0.0%)                  |
| Linezolid                          | Oxazolidinones     | 0 (0.0%)                 | 0 (0.0%)                   | 0 (0.0%)                  |
| Tigecycline                        | Glycylglycines     | 0 (0.0%)                 | 0 (0.0%)                   | 0 (0.0%)                  |
| Tetracycline                       | Tetracyclines      | 14 (15.2%)               | N/A                        | N/A                       |
| Erythromycin                       | Macrolides         | 42 (45.7%)               | 20 (83.6%)                 | 12 (92.3%)                |
| Levofloxacin                       | Fluoroquinolones   | 11 (11.9%)               | N/A                        | N/A                       |
| Moxifloxacin                       | Fluoroquinolones   | 9 (9.8%)                 | N/A                        | N/A                       |
| Clindamycin                        | Lincosamides       | 37 (40.2%)               | N/A                        | N/A                       |
| Quintuprimin/Dalacinol             | Streptogramins     | 0 (0.0%)                 | N/A                        | N/A                       |

Abbreviation: N/A, not applicable.

In Deutschland MRSA Rate je nach Betrachtung zwischen ca. 5% (ambulanz) und 12% (PPE des NRZ für Surveillance von NI)

### EIGENE MRE ZAHLEN (LOKALE VERBRECHERSTATISTIK)



## BESONDERE HINDERNISSE BEI MRE

- THERAPIEOPTIONEN IN DER REGEL STARK EINGESCHRÄNKT
- BESONDERE MAßNAHMEN ZUR VERHINDERUNG DER ÜBERTRAGUNG:
  - ISOLATION DES PATIENTEN
  - BARRIEREMAßNAHMEN FÜR MITARBEITER
  - GGFS DEKOLONISIERUNG

## WIE FINDEN WIR DEN ÜBELTÄTER



## WELCHE DIAGNOSTIK BRAUCHEN WIR?

- WENN VERDACHT AUF INFEKTION BESTEHT, MÜSSEN WIR DEN ÜBELTÄTER AUCH IDENTIFIZIEREN
- SYMPTOME WIE MANGELERNÄHRUNG ODER DIABETES KÖNNEN INFEKTION VERSCHLEIERN
- SYMPTOME EINER INFEKTION KÖNNEN SEIN:
  - VERFÄRBUNG UND FRAGILITÄT DES GRANULATIONSGEWEBES
  - WUNDZERFALL
  - WUNDRANDUNTERMINIERUNG
  - ZÄHES EXSUDAT
  - GERUCH

## ZIELSETZUNG DER MIKROBIOLOGISCHEN DIAGNOSTIK

- **MIKROBIOLOGISCHE DIAGNOSTIK ERGÄNZT LEDIGLICH KLINISCHE DIAGNOSE DER WUNDINFEKTION**

### ZIELSETZUNG

- VORAUSSETZUNG ZUR GEZIELTEN ANTIKOTIKATHERAPIE
- VOR ANTIMIKROBIELLEN MAßNAHMEN BITTE DIAGNOSTIK DURCHFÜHREN
- BEI VERDACHT AUF SYSTEMISCHE INFEKTION BLUTKULTUREN
- BEI NACHWEIS MULTIRESIENTER ERREGER AUCH RELEVANTE STELLEN ABSTREICHEN (LEISTE, REKTUM, VESTIBULUM NASI) UND GEBEBENFALLS STUHLPROBE AUF MRE UNTERSUCHEN LASSEN

## NACHWEIS MIKROBIELLER BESIEDLUNG

- BAKTERIELLE BESIEDLUNG KANN MIT UV-NAHEM LICHT(/405 NM) SICHTBAR GEMACHT WERDEN
- STOFFWECHSELPRODUKTE WIE PORPHYRIN (Z.B. ENTEROKARRIEREN ODER S. AUREUS) ODER PYOVERDIN (P. AERUGINOSA) KÖNNEN GEZEIGT WERDEN



**Abbildung 2:**  
 Ein Foto eines Wundheilungs-prozesses, das die bakterielle Besiedlung zeigt. Die Abbildung zeigt die bakterielle Besiedlung mit UV-Licht (Abbildung der bakteriellen Stoffwechselprodukte durch fluoreszenz, spezifisch für Porphyrin) und eine Leucht-Photographie, die die bakterielle Besiedlung zeigt.

Quelle: Kasper 2020, 130(07-08): 743-745, DOI: 10.1055/s-0049-17917

## PROBENNAHME

- BEI PROBENGWINNUNG MITTELS BIOPSIE DEUTLICH SELTENER FALSCH-NEGATIVE ERGEBNIS ALS BEI ABSTRICH; TROTZDEM IST ABSTRICHTECHNIK AUF GRUND DER EINFACHEN DURCHFÜHRBARKEIT REALE PRAXIS
- DA MIKROBIOMANALYSEN BEIM DFU ZU NEUEN ERKENNTNISSEN ZUM ERREGERESPEKTRUM FÜHRTEN (DOMINANZ VON FAKULTATIV ODER STRIKT ANAEROBEN GRAM-POS. BAKTERIEN, POLYMICROBIOM), DEREN THERAPEUTISCHE RELEVANZ DER ANALYSE BEDARF, IST AUCH UNTER DIESEM GESICHTSPUNKT DIE BIOPISCHE PROBENGWINNUNG IN DER ROUTINEDIAGNOSTIK OBERFLÄCHLICHER WUNDEN NICHT IN JEDEM FALL ZU FORDERN. BIOPSIE IMMER DANN BEVORZUGEN, WENN CHIR. DEBRIDEMENT ODER EIN ANDERER CHIRURGISCHE ERGRIFF OHNEHIN DURCHFÜHRT WERDEN.
- BEI WIEDERHOLT NICHT AUSSAGEKRÄFTIGER BEPROBUNG DURCH ABSTRICH IN JEDEM FALL BIOPISCHE PROBENNAHME + VERBESSERTE ANAEROBE BEDINGUNGEN

## PROBENNAHME

- BIOPSIE = GOLDSTANDARD ZUR PROBENNAHME  
 → MÖGLICHT 3-6 BIOPSIEN, MINDESTENS 4 MM DURCHMESSER
- ALTERNATIV BEI EHER OBERFLÄCHLICHER SCHMERZHAFTER WUNDE ZUR MINIMIERUNG DER PATIENTENBELASTUNG NACH ENTFERNEN VON BELÄGEN (Z.B. MIT STERILEM TUPFER) UND ABSPÜLEN MIT STERILER PHYS. KOCHSALZ- ODER RINGERLÖSUNG KONTAMINATIONSFREIER ABSTRICH AUS DER TIEFE DER WUNDE **UNTER LEICHTEM DRUCK**:
  - **ESSENER-KREISEL**: ABSTRICH KREISEND VON AUBEN NACH INNEN ÜBER DIE GESAMTE WUNDFLÄCHE
  - **LEVINE-TECHNIK**: ABSTRICH AUS CA. 1 CM<sup>2</sup> GROßEN AREAL VON KLINISCH INFIZIERT ERSCHEINENDEM WUNDAREAL
- BEIM SCREENING AUF MRSA ABSTRICH METHODE DER WAHL

## PROBENNAHME

- BEI ABSZESSEN ODER TIEFER WUNDINFEKTION EXSUDAT DURCH PUNKTION (SPRITZE) ODER DRAINAGE AUS DER TIEFE DER WUNDE ODER DEM EMPYEM; ZUM VERSAND MATERIALÜBERFÜHRUNG IN STERILES RÖHRCHEN, BEI EXSUDATARMEN PROZESSEN ASPIRATION MIT TUBERKULINSPRITZE
- BEI FISTELN ÖFFNUNG ANTISEPTISCH REINIGEN, KATHETER ZUR ASPIRATION EINFÜHREN ODER GEWEBEKÜRETTAGE IM FISTELGANG
- BEI PHLEGMONÖSEN PROZESSEN NACH HAUTANTISEPTIK PROBEEXZISION AUS ENTZÜNDUNGSRAND ODER MUSKELBIOPSIE (VERSAND IN STERILEM RÖHRCHEN)
- BEI VERDACHT AUF PILZINFEKTION MATERIALENTNAHME AUS DEN RÄNDERN DER WUNDE UND DER ANGRENZENDEN HAUT; ERREGERVERDACHT ANGEBEN, DA ANZUCHT AUF SPEZIALMEDIEN ERFOLGEN MUSS

## MIKROBIOLOGISCHE PROBENNAHME

- ABNAHME KONTAMINATIONSFREI MÖGLICHT TIEF, Z.B. SIND *P. AERUGINOSA* UND ANAEROBIER TIEFER ALS *S. AUREUS* LOKALISIERT
- PROBENMATERIAL NACH ENTFERNEN VON BELÄGEN, VERKRUSTUNGEN ODER SCHORF UND ABSPÜLEN MIT STERILER PHYSIOLOGISCHER KOCHSALZ- ODER RINGERLÖSUNG AUS DER TIEFE DER WUNDE BZW. MÖGLICHT RELEVANTEN AREALEN DER WUNDE ENTFERNEN; OBERFLÄCHLICHE WUNDABSTRICHE SIND MEIST MIT HAUTFLORA KONTAMINIERT UND NICHT AUSSAGEKRÄFTIG. BEI TROCKENEN WUNDEN ZUR BESSEREN ERREGERGEWINNUNG ABSTRICH MIT FEUCHTEM TUPFER.
- ABSTRICH MITTELS LEVINE-TECHNIK: PROBENNAHME UNTER LEICHTEM DRUCK AUS CA. 1 CM<sup>2</sup> GROßEN AREAL VON KLINISCH INFIZIERT ERSCHEINENDEM AREAL DER WUNDE

SCHWARZKOPF A, DISSEMOND J. INDICATIONS AND PRACTICAL IMPLEMENTATION OF MICROBIOLOGIC DIAGNOSTICS IN PATIENTS WITH CHRONIC WOUNDS. J DTSCH DERMATOL GES 2013; 153(3): 203-9

## LEVINE TECHNIK



J.B. Turnbull, Jr. School WOC Nursing Education

32

## PROBENTRANSPORT

- ABSTRICHTUPFER IN TRANSPORTMEDIUM (AMIES), DAS AUCH FÜR ANAEROBIER GEEIGNET IST.
- PUNKTAT, EXSUDAT ODER BIOPSIEMATERIAL IN STERILE PROBENNAHMERÖHRCHEN ÜBERTRAGEN UND INNERHALB VON 2 H INS LABOR TRANSPORTIEREN.
- IST DIESE SPANNE NICHT REALISIERBAR, TRANSPORTMEDIUM (Z.B. AMIES-MEDIUM) VERWENDEN UND GEKÜHLTER TRANSPORT (< 20°C, > 10°C) (THERMISCH ISOLIERTE VERPACKUNG MIT KÜHLELEMENT); BEI LÄNGERER LAGERUNG UND TRANSPORT UM 4°C KÖNNEN EMPFINDLICHE ERREGER WIE *STREPTOCOCCUS PYOGENES* UND ANAEROBIER ABSTERBEN.

## DIE TÄTER IN DEN KNAST



### DIE TÄTER IN DEN KNAST THERAPIE

- SYSTEMISCHE ANTIBIOTIKATHERAPIE SOLLTE TATSÄCHLICH NUR BEI ZEICHEN EINER SYSTEMISCHEN INFektion ERFOLGEN
- WUNDDEBRIDEMENT IST GRUNDLAGE EINER ERFOLGREICHEN THERAPIE
- ANTISEPTISCHE BEHANDLUNG IST GRUNDLAGE FÜR LANGFRISTIGE ENTFERNUNG DER TÄTER
  - VORTEIL: ANTISEPTIK IN DER REGEL AUCH BEI MRE WIRKSAM!
- DATENLAGE FÜR VAC-PUMPEN IST UMSTRITTEN
- LOKALE ANTIBIOTIKATHERAPIE IN DER REGEL OBSOLET

### THERAPIEHINWEISE

- THERAPIE
- BEI OBERFLÄCHLICHEN INFektionen ANTISEPTIK AUSREICHEND
  - MANCHE VERLAUFSFORMEN ERFORDERN PARENTERALE ANTIBIOTIKATHERAPIE BIS ZUR KLINISCHEN BEHERRSCHUNG DER INFektion, ABER NICHT BIS ZUM WUNDSCHLUSS + GLEICHZEITIGE ANTISEPTIK ZUR UNTERBINDUNG DER METASTASIERUNG UND DES MULTISPEZIESMIKROBIOMS
- VORAUSSETZUNGEN
- BEI ERFORDERLICHER ANTIBIOTIKATHERAPIE **VOR** EMPIRISCHEM START PROBENNAHME UND RESISTOGRAMM, GGF. DEESKALATION (Z.B. MIT FLUCLOXACILIN), WENN KEINE BEEINFLUSSUNG, ANAEROBER VERSAND (Z.B. PORT-A-CUL TRANSPORTRÖHRCHEN MIT REDUZ. SUBSTANZEN IN MAX. 2 H ZUM LABOR BEI 20-25°C)

### LOKALE BEHANDLUNG? ANTISEPTIKA VS ANTIBIOTIKA!

- VORTEILE ANTISEPTIKA:
  - BISHER WENIG DOKUMENTIERTE RESISTENZENTWICKLUNGEN (ABER Z.B. FÜR CHLORHEXIDIN NACHGEWIESEN)
  - GERINGERE SYSTEMISCHE INTERAKTION (VORSICHT, IODI)
  - BREITES WIRKUNGSSPEKTRUM
- VORSICHT:
  - REIZUNGEN UND ALLERGISCHE REAKTIONEN SIND MÖGLICH
  - IN DER REGEL GERINGERES ALLERGISCHES POTENTIAL ALS ANTIBIOTIKA

TABLE 2  
Selected examples of tolerance of bacteria or fungi in biofilms to antibiotics

| Organism                          | Agent         | Molecular weight (kDa) | Substance <sup>a</sup> | log <sub>10</sub> CFU on 10 <sup>6</sup> CFU | TF   | Reference |
|-----------------------------------|---------------|------------------------|------------------------|--|------|-----------|
| <i>Propionibacterium acidi</i>    | Rifampin      | 823                    | G                      | 4  | 77   | [17]      |
|                                   | Daptomycin    | 1620                   |                        | 16   |      |           |
|                                   | Vancomycin    | 1488                   |                        | 74   |      |           |
| <i>Corynebacterium jeikeium</i>   | Ciprofloxacin | 330                    | PS                     | 2  | 2048 | [78]      |
|                                   | Moxifloxacin  | 401                    |                        | 512  |      |           |
|                                   | Vancomycin    | 1488                   |                        | 512  |      |           |
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i>     | Gentamicin    | 476                    |                        | 4  | 79   | [79]      |
|                                   | Tobramycin    | 468                    |                        | 8  |      |           |
|                                   | Ciprofloxacin | 330                    |                        | 8  |      |           |
| <i>P. aeruginosa</i>              | Tobramycin    | 468                    | SS                     | 9.8  | 4.4  | [80]      |
|                                   | Ciprofloxacin | 330                    |                        | 3.5  |      |           |
|                                   | Ciprofloxacin | 330                    | PC                     | 10.3   | 99   |           |
| <i>K. pneumoniae</i>              | Ciprofloxacin | 330                    | PC                     | 10.3   | 99   | [64]      |
|                                   | Ampicillin    | 371                    |                        | 10.2   | 14   |           |
| <i>Staphylococcus epidermidis</i> | Ciprofloxacin | 330                    | SS                     | 6.9  | 81   | [81]      |
|                                   | Rifampin      | 823                    |                        | 7  |      |           |
|                                   | Tobramycin    | 468                    | PC                     | 10.4   | 107  |           |
| <i>P. aeruginosa</i>              | Ciprofloxacin | 330                    | PC                     | 8.3  | 106  | [82]      |
|                                   | Tobramycin    | 468                    | S                      | 8.3  | 108  |           |
|                                   | Tobramycin    | 468                    |                        | 7.4  | 115  |           |
| <i>S. aureus</i>                  | Nisin         | 3354                   | PS                     | 7.5  | 83   | [83]      |
|                                   | Vancomycin    | 1488                   |                        | 7.8  | 115  |           |
| <i>S. epidermidis</i>             | Levofloxacin  | 360                    | G                      | 10.3   | 112  | [84]      |
|                                   | Vancomycin    | 1488                   |                        | 10.7   | 118  |           |
| <i>Propionibacterium jeikeium</i> | Amoxicillin   | 365                    | CA                     | 3.3  | 84   | [85]      |
|                                   | Doxycycline   | 444                    |                        | 21   |      |           |
|                                   | Mandelic acid | 171                    |                        | 8.2  |      |           |

|                            | β-lactams                | Fluoroquinolones  | Polymyxins   | Tetracyclines   | Vancomycin  | Colistin  | Trimethoprim-sulfamethoxazole   | Linezolid   | Daptomycin  | Teicoplanin   | Chitinase   | Colicin   |
|----------------------------|--------------------------|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| <b>antibiotic activity</b> | Class 1<br>highly active | Class 1<br>Broad spectrum<br>Resistant to β-lactamase and carbapenemase   | Class 1<br>Broad spectrum<br>(including MRSA)<br>and Gram-negative<br>(including YEG)  | Class 1<br>Broad spectrum<br>Disrupts cell wall synthesis | Class 1<br>Broad spectrum<br>Disrupts cell wall synthesis                                   | Class 1<br>Broad spectrum<br>Disrupts cell wall synthesis                                   | Class 1<br>Broad spectrum<br>Disrupts cell wall synthesis                                   | Class 1<br>Broad spectrum<br>Disrupts cell wall synthesis                                   | Class 1<br>Broad spectrum<br>Disrupts cell wall synthesis                                   | Class 1<br>Broad spectrum<br>Disrupts cell wall synthesis                                   | Class 1<br>Broad spectrum<br>Disrupts cell wall synthesis                                   | Class 1<br>Broad spectrum<br>Disrupts cell wall synthesis                                   |
| <b>Administration</b>      | Oral and IV              | Oral and IV   | Oral   | Oral and IV   | Oral and IV   | Oral and IV   | Oral and IV   | Oral and IV   | Oral and IV   | Oral and IV   | Oral and IV   | Oral and IV   |
| <b>Caution</b>             | None                     | Potentially broad spectrum<br>Other possible<br>resistance with<br>fluoroquinolones<br>Resistant to<br>β-lactamase and<br>carbapenemase<br>Resistant to<br>β-lactamase and<br>carbapenemase<br>Resistant to<br>β-lactamase and<br>carbapenemase | Use always in<br>combination<br>especially with<br>β-lactams<br>Resistant to<br>β-lactamase and<br>carbapenemase<br>Resistant to<br>β-lactamase and<br>carbapenemase | Protein synthesis<br>for synthesis<br>energy              | Caution when<br>combined with<br>rifampin<br>Use always in<br>combination<br>with β-lactams | Caution when<br>combined with<br>rifampin<br>Use always in<br>combination<br>with β-lactams | Caution when<br>combined with<br>rifampin<br>Use always in<br>combination<br>with β-lactams | Caution when<br>combined with<br>rifampin<br>Use always in<br>combination<br>with β-lactams | Caution when<br>combined with<br>rifampin<br>Use always in<br>combination<br>with β-lactams | Caution when<br>combined with<br>rifampin<br>Use always in<br>combination<br>with β-lactams | Caution when<br>combined with<br>rifampin<br>Use always in<br>combination<br>with β-lactams | Caution when<br>combined with<br>rifampin<br>Use always in<br>combination<br>with β-lactams |

Penella et al. Antibiotics with antibiotic activity - rifampin and beyond. Frontiers in Microbiology, Volume 15 - 2024

### MEINE EMPFEHLUNG ZUR THERAPIE

- NUR ANTIBIOTISCH THERAPIEREN WENN ABSOLUT NÖTIG (SYSTEMISCHE SYMPTOME)
- WENN MÖGLICH AUF ERREGER + RESISTENZ WARTEN
- JE NACH BEFUND (GRAM POSITIV? NEGATIV) DANN SINNVOLLE KOMBINATIONSTHERAPIE
  - BEISPIELE: STAPHYLOCOCCUS AUREUS:
    - FLUCLOXACILIN (+ FOSFOMYCIN) I.V. FÜR 2 WOCHEN
    - RIFAMPICIN + LEVOFLOXACIN, O. COTRIM, O. DOXYCYCLIN P.O.
  - PSEUDOMONAS AERUGINOSA:
    - PIP/TAZ ODER MEROPENEM I.V. FÜR 2 WOCHEN, DANN CIPROFLOXACIN P.O.
- AM BESTEN RÜCKSPRACHE MIT DER MIKROBIOLOGIE HALTEN ☺



### HINWEISE ZUR AUSWAHL VON ANTISEPTIKA

| Wirkstoff          | Remo-nenz | Resistenz-entwicklung | Wundheilungs-förderung | Knospen-verträglich | Sensibilisierung                      |
|--------------------|-----------|-----------------------|------------------------|---------------------|---------------------------------------|
| PHMB (Polihexanid) | +         | -                     | ja                     | ≤ 0,005%            | ja (selten), Anaphylaxie (bisher n=3) |
| Octenidin          | +         | -                     | Kein Einfluss          | nein                | nein                                  |
| PVP-Iod (10%)      | -         | nein                  | z. T. Hemmung          | ja                  | ja                                    |
| NaOCl/HOCl         | -         | -                     | ja                     | nein (in vitro)     | nein                                  |
| Silberionen        | +         | ja                    | ?                      | ?                   |                                       |

Kramer A, et al. Consensus on Wound Antisepsis: Update 2018. Skin Pharmacol Physiol 2018;31(1):28-58

TABLE 1  
Selected examples of tolerance of bacteria in biofilms to biocides and antiseptics

| Organismus                     | Agent                 | Minimale Konzentration (mg/L) | Substrat* | log <sub>10</sub> CFU/cm <sup>2</sup> | FF  | Referenz |
|--------------------------------|-----------------------|-------------------------------|-----------|---------------------------------------|-----|----------|
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i>  | Hypochlorit, pH 11    | 52,5                          | SS        | 9,9                                   | 27  | 17       |
| <i>Alcaligenes eubacterium</i> | Chloroxin             | 131                           | PS        | 8                                     | 67  | 17       |
| <i>P. aeruginosa</i>           | Peracetic acid        | 76,1                          | CS        | 7,48                                  | 27  | 18       |
| <i>Agrobacterium</i>           | Chloroxin             | 500                           | CS        | 7,48                                  | 27  | 18       |
| <i>Stenotrophomonas</i>        | Chloroxin             | 340                           | CS        | 7,48                                  | 27  | 18       |
| <i>Legionella pneumophila</i>  | Chloroxin             | 100                           | RR        | 6,1                                   | 2,0 | 19       |
| <i>P. aeruginosa</i>           | Bismut-antagonist     | 200                           | PS        | 1,6                                   | 1,6 | 20       |
| <i>P. aeruginosa</i>           | Hydrogen peroxide     | 34                            | PE        | 6,65                                  | 2,8 | 20       |
| Mixed #w/ing water             | Chlorine dioxide      | 47,5                          | G         | 5,3                                   | 1,0 | 21       |
| <i>Staphylococcus aureus</i>   | Benzalkonium chloride | 360                           | G         | 7,9                                   | 52  | 22       |
| <i>P. aeruginosa</i>           | Bismut                | 80,9                          | PC        | 5,3                                   | 1,4 | 22       |
| <i>P. aeruginosa</i>           | Bismut-bisphenol      | 195                           | G         | 8,5                                   | 7,4 | 23       |
| <i>S. aureus</i>               | phenol                |                               |           | 4,2                                   |     | 24       |
| <i>Stenotrophomonas</i>        | Tetrasol              | 209                           | Polysil   | 7,2                                   | 20  | 25       |
| <i>Candida albicans</i>        | Phenol                | 365                           | S         | 8,8                                   | 11  | 24       |
| <i>Listeria monocytogenes</i>  | Iodine                | 254                           | SS        | 5,2                                   | 17  | 26       |
| Mixed paper with white water   | Thiosol               | 150                           | SS        | 7,7                                   | 17  | 27       |
| Mixed soil                     | Chloroxin             | 500                           | HRP       | 9                                     | 60  | 28       |

\*Abbreviations: SS, stainless steel; PS, polystyrene; CS, cellulose acetate; RR, rubber; PE, polyethylene; G, glass; PC, polycarbonate; S, silicone; BR, brass; RHP, hydroxypropyl cellulose. Antimicrobial tolerance in biofilms. Pfaller S, Tenover FC. Center for Biotech Engineering, Amherst State University, Amherst, MA 01015. Microbiol Spectr 2015 June 1; 3(3): doi:10.1128/microbiol.spectr.00110-2014.

### WIRKUNG GEGEN BIOFILME POLYHEXANIDE VS HYPOCHLORITE

| STRAIN No.                      | P   |     |    |     | G   |     |    |     | M   |     |    |     |
|---------------------------------|-----|-----|----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|----|-----|
|                                 | 15' | 30' | 1h | 24h | 15' | 30' | 1h | 24h | 15' | 30' | 1h | 24h |
| <i>S. aureus</i> 15             | +   | +   | +  | +   | +   | +   | +  | +   | +   | +   | +  | +   |
| <i>S. aureus</i> 21             | +   | +   | +  | +   | +   | +   | +  | +   | +   | +   | +  | +   |
| <i>S. aureus</i> 22             | +   | +   | +  | +   | +   | +   | +  | +   | +   | +   | +  | +   |
| <i>S. aureus</i> 25             | +   | +   | +  | +   | +   | +   | +  | +   | +   | +   | +  | +   |
| <i>S. aureus</i> ATCC 33591     | +   | +   | +  | +   | +   | +   | +  | +   | +   | +   | +  | +   |
| <i>P. aeruginosa</i> 5          | +   | +   | +  | +   | +   | +   | +  | +   | +   | +   | +  | +   |
| <i>P. aeruginosa</i> 9          | +   | +   | +  | +   | +   | +   | +  | +   | +   | +   | +  | +   |
| <i>P. aeruginosa</i> 19         | +   | +   | +  | +   | +   | +   | +  | +   | +   | +   | +  | +   |
| <i>P. aeruginosa</i> 22         | +   | +   | +  | +   | +   | +   | +  | +   | +   | +   | +  | +   |
| <i>P. aeruginosa</i> ATCC 27833 | +   | +   | +  | +   | +   | +   | +  | +   | +   | +   | +  | +   |
| <i>C. albicans</i> 9            | +   | +   | +  | +   | +   | +   | +  | +   | +   | +   | +  | +   |
| <i>C. albicans</i> 10           | +   | +   | +  | +   | +   | +   | +  | +   | +   | +   | +  | +   |
| <i>C. albicans</i> 11           | +   | +   | +  | +   | +   | +   | +  | +   | +   | +   | +  | +   |
| <i>C. albicans</i> 14           | +   | +   | +  | +   | +   | +   | +  | +   | +   | +   | +  | +   |
| <i>C. albicans</i> ATCC 10231   | +   | +   | +  | +   | +   | +   | +  | +   | +   | +   | +  | +   |

### ZUSAMMENFASSUNG KLINISCHER STUDIEN MIT PHMB

| Wundart               | Vergleich                                   | Ergebnis   | Studien-design              | Stich-proben-größe | Jahr |
|-----------------------|---|--|-----------------------------|--------------------|------|
| infz. Wunde           | W vs. W+PHMB                                | PHMB: Beherrschung der Wundkolonisation im Vergleich zur Kontrolle   | RCT                         | 21/21              | 2004 |
| akute kont. Wunden    | Getränke Gaze PHMB vs. Finger               | raschere Bakterielenimination  | Doppelblind RCT             | 50/50              | 2006 |
| Brandwunde            | PVP-I, 1% Silbernitrat vs. 0,04% PHMB       | PHMB: beste Reepithelisierung + Geruchsv., sele. Nekrosen und Fibrinauflagerungen bei PVP-I und Silbernitrat                 | Wunde Kohorten              | 4                  | 2007 |
| Postop. Ther.         | W vs. W+PHMB                                | PHMB: sign. besser wirksame, speziell bei HES-Infektionen  | RCT                         | 9372/10302         | 2008 |
| Chron. Wunden         | NaCl vs. 0,1% PHMB-Gel                      | PHMB: nach 2 Wochen sign. raschere Bakterielenim., schnellere Wundheilung, geringerer Schmerz + Exsudat, versträrkte Granul. | Rand, nicht verblindet      | 64/78              | 2008 |
| Beinwunde             | NaCl vs. PHMB-Lösung                        | PHMB: sign. raschere Bakterielenimination  | Prosp. kontr.               | 20/20              | 2010 |
| US- und Falschura     | W vs. W+PHMB                                | PHMB: sign. Reduktion der Bakterien- und Schmerz, tend. raschere Wundheilung   | RCT                         | 22/23              | 2011 |
| Brandwunde            | W vs. W+PHMB                                | PHMB: sign. Schmerzreduktion + seltenerer Wechsel  | RCT                         | 30/30              | 2011 |
| Dünnschleimhaut       | Chlorhexidin-W vs. PHMB-W                   | PHMB: sign. raschere Reepithelisierung + sign. geringerer Schmerz  | RCT                         | 21/21              | 2011 |
| chron. Wunde          | PHMB vs. Ag-Wundheflage (W)                 | PHMB: sign. raschere Schmerzreduktion und Ergregereimination   | Prosp. RCT                  | 21/18              | 2012 |
| Eisritzt Fixatur      | W vs. W+PHMB                                | PHMB: sign. Senkung SSI  | RCT                         | 18/22              | 2012 |
| externe Nase          | W vs. W+PHMB                                | PHMB: sign. Senkung SSI  | RCT                         | 692/707            | 2013 |
| sc. Bauchdekanulation | NPMT mit 0,04% PHMB getränkte Gaze vs. NPWT | Verkörnte Behandlungsdauer   | prosp. Fall-Kontroll-Studie | 16                 | 2014 |

### ZUSAMMENFASSUNG KLINISCHER STUDIEN MIT NaOCl/HOCl

| Wundart  | Vergleich                         | Ergebnis   | Studien-design | Stich-proben-größe | Jahr |
|--|-----------------------------------|--|----------------|--------------------|------|
| Ther. sc. SSI                                      | Hypo-Cl vs. PVP-I                 | Hypo-Cl: sign. verkürzte Heilungsdauer, geringerer Schmerz   | Retrospektiv   | 46/42              | 2001 |
| Diab. Fußulcera                                    | Hypo-Cl vs. PVP-I                 | Hypo-Cl: verkürzte Heilungsdauer   | RCT            | 110/108            | 2005 |
| Brandwunde   | Hypo-Cl vs. Ag                    | Hypo-Cl: Reduktion Antibiotikaeinsatz um 11%; Verkürzung Hospitalisierung um 50%   | Retrospektiv   | 64/64              | 2005 |
| Diab. Wunden                                       | NaCl vs. Hypo-Cl (getränkte Gaze) | Hypo-Cl: sign. Verkürzung Hospitalis. + Wundheilung + sign. Verbesserung der Wundkategorie   | verblind. RCT  | 50/50              | 2007 |
| Diab. Fuß  | Hypo-Cl vs. PVP-I                 | Hypo-Cl: sign. Reduktion von Geruch + Cellulitis, sign. Fibrin von Granulation, sign. geringere Gewebesch. (Erythem)   | verblind. RCT  | 21/16              | 2007 |
| Chron. Wunden                                      | Hypo-Cl vs. PVP-I                 | Hypo-Cl: sign. Red. Wundgröße + mikrob. Kolonisation, besser toleriert   | RCT            | 15/15              | 2009 |
| Diab. Fuß  | Hypo-Cl vs. PVP-I                 | Hypo-Cl: sign. raschere Heilung + Beherrschung Infektion, sign. mehr Interventionen bei NPWT   | RCT            | 20/20              | 2010 |
| Diab. Fuß, chron. U. cranf.                        | Hypo-Cl vs. PVP-I                 | Hypo-Cl: höhere Granulation, raschere Epithelisation und Reduktion von Wundgröße und umgebenden Ödem/ Erythem, bessere kosmetische Ergebnisse bei Brandwunden; bei PVP-I leichte Irritation und Schmerzauslösung, bes. bei Verbrennungen | RCT            | 100/100            | 2011 |
| Chron. diab. Wunden, Faciell, Gangrän, Ulcera, SSI | Hypo-Cl vs. PVP-I                 | Hypo-Cl: sign. Reduktion Wundgröße, weniger persistierende Infektionen durch <i>P. aeruginosa</i> , <i>S. aureus</i> und Klebsiella spp.   | RCT            | 50/50              | 2011 |
| Explorative Legitimation/ Peritonitis              | Hypo-Cl vs. NaCl                  | Hypo-Cl: sign. Reduktion von Fieber und SSI  | RCT            | 50/50              | 2013 |

### FAZIT KLINISCHER STUDIEN

| Merkmal                             | NaOCl/HOCl        | Octenidin                      | PHMB    | PVP-I                      |
|-------------------------------------|-------------------|--------------------------------|---------|----------------------------|
| Antiseptisch wirksam                | ja                |                                |         |                            |
| Heilungsförderung aseptische Wunden | ja                | Keine Hemmung                  | ja      | z.T. Hemmung               |
| Peritonealspülung                   | möglich           | kontraindiziert                |         |                            |
| Exposition ZNS                      | möglich           | kontraindiziert                |         |                            |
| Exposition Knorpel                  | Kontraind.        | kontraind.                     | <0,005% | ja                         |
| Überlegen zu                        |                   |                                |         |                            |
| Ag <sup>+</sup> PVP-I               | tendenziell sign. | sign. tendenziell keine Studie | sign.   | tendenziell - keine Studie |
| CHX                                 | keine Studie      | keine Studie                   | sign.   | keine Studie               |

Kramer A, et al. Consensus on Wound Antisepsis: Update 2018. Skin Pharmacol Physiol 2018;31(1):28-58

## UNSER ABLAUFPLAN

- KLINISCHE BEURTEILUNG DES PATIENTEN
  - INFEKTIONSVERDACHT?
  - SYSTEMISCHE THERAPIE NOTWENDIG?
  - CHIRURGISCHE MASSNAHMEN?
- MIKROBIOLOGISCHE PROBENNAHME (VOR EINLEITUNG ANTIMIKROBIELLER MASSNAHMEN)
- CHIRURGISCHE MASSNAHMEN
- ANTISEPTISCHE UND / ODER ANTIBIOTISCHE THERAPIE, ANGEPASST AN DIE BEFUNDE, RESISTENZEN UND EIGENSCHAFTEN DER ERREGER BEACHTEN
- GERNE MIT MIKROBIOLOGIE KOMMUNIZIEREN
- GLÜCKLICHEN PATIENTEN NACH HAUSE SCHICKEN

VIELEN DANK! UND FÜR ALLE EINEN TOLLEN....

