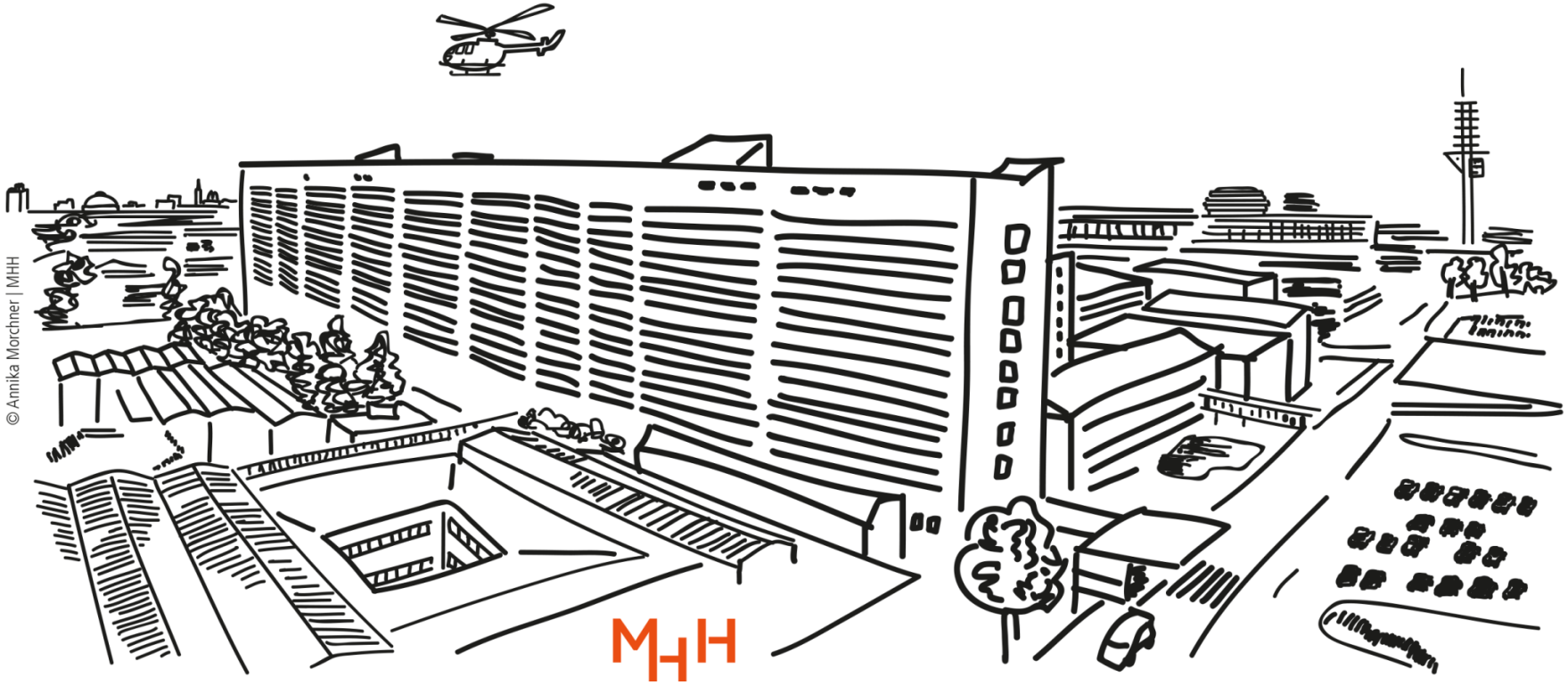
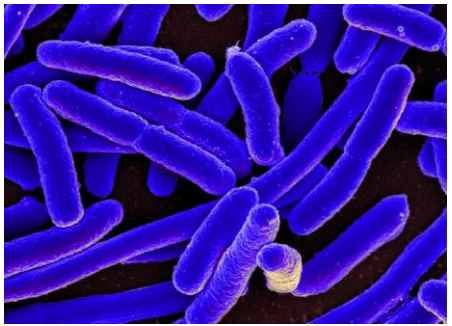
# Medizinische Hochschule Hannover



# Infektionskontrolle und -surveillance auf der Neonatologischen Intensivstation







**Dr. Carolin Böhne**

Päd. Pneumologie, Allergologie und Neonatologie
Kinderklinik der MHH

[Ref.: 1-3]

# Frühgeburtlichkeit

## Epidemiologie und Klinische Relevanz

### Geburt vor der vollendeten 37. SSW

**Weltweit**

**11 %**

≈ 13,4 Mio.
Frühgeburten/Jahr

**Deutschland**

**~ 50.000**

Frühgeburten/Jahr
(**8%** aller Lebendgeburten)

**Neonatale Mortalität**

**75 %**

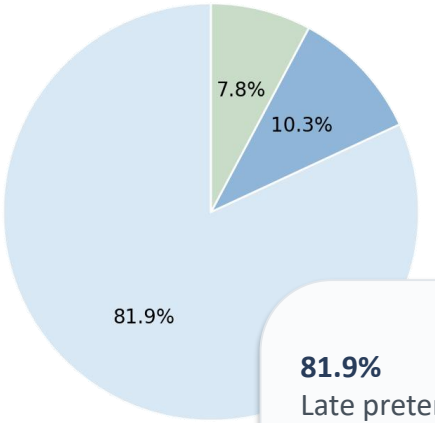
der Todesfälle sind mit
Frühgeburtlichkeit assoziiert

[Ref.: 4-7]


- Blencowe H, Cousens S, Chou D, et al. Born too soon: the global epidemiology of 15 million preterm births. Reprod Health. 2013;10 Suppl 1(Suppl 1):S2.
- IQTIQ. Bundesauswertung Auswertungsjahr 2024 Erfassungsjahr 2023 nach DeQS-RL PM-Geburtshilfe. 2024:1-114.
- Delnord M, Blondel B, Zeitlin J. What contributes to disparities in the preterm birth rate in European countries? Curr Opin Obstet Gynecol. 2015;27(2):133-142.
- Takagi K, Satoh K, Muraoka M, et al. A mathematical model for predicting outcome in preterm labour. J Int Med Res. 2012;40(4):1459-1466.

# Frühgeburtlichkeit

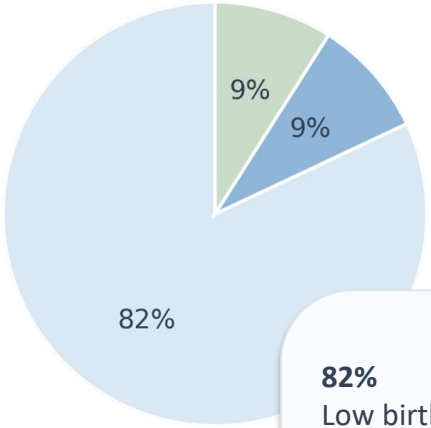
## Verteilung nach Gestationsalter bzw. Geburtsgewicht




**81.9%**
Late preterm (32–36 SSW)

**10.3%**
Very preterm (28–31 SSW)

**7.8%**
Extremely preterm (< 28 SSW)




**82%**
Low birth weight (1.500–2.499 g)

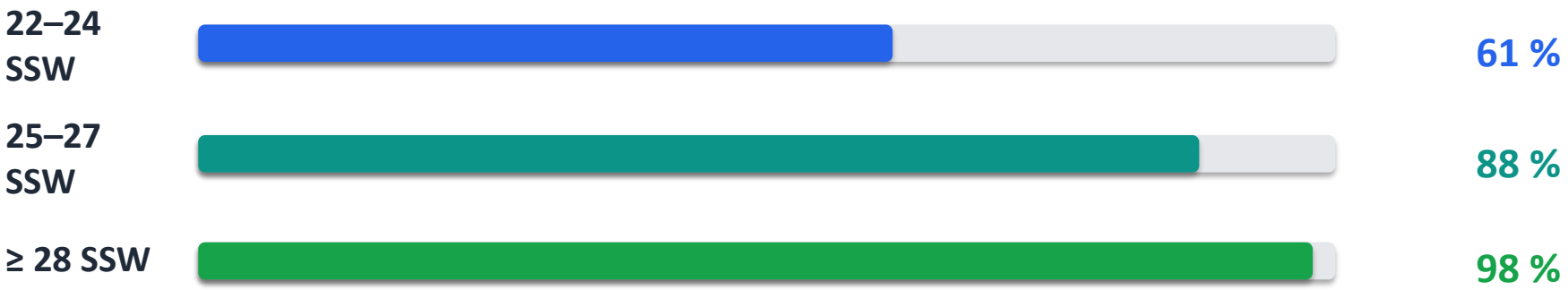
**9%**
Very low birth weight (1.000–1.499 g)

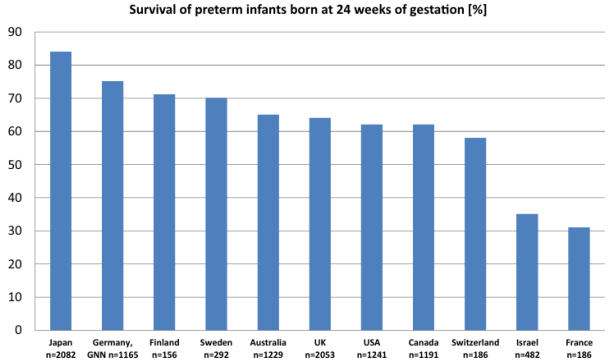
**9%**
Exremely low birth weight (<1.000 g)

[Ref.: 8]

# Frühgeburtlichkeit

## Überleben nach Gestationsalter



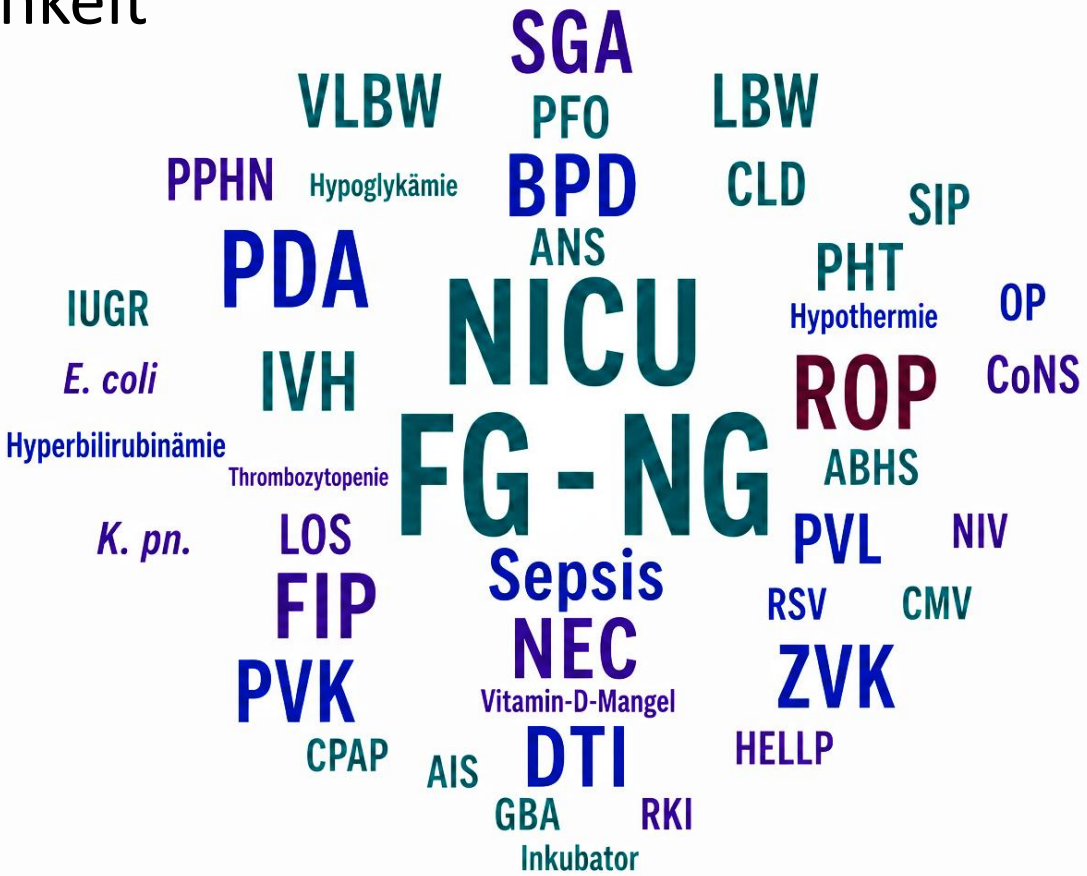



[Ref.: 10-12,14]


- Norman M, Padkaer Petersen J, Stensvold HJ, et al. Preterm birth in the Nordic countries-Capacity, management and outcome in neonatal care. Acta Paediatr. 2023;112(7):1422-1433.
- Humberg A, Härtel C, Rausch TK, et al. Active perinatal care of preterm infants in the German Neonatal Network. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed. 2020;105(2):190-195.
- Eigene Bilder (Station 69, MHH), schriftl. Einwilligung liegt vor.
- Humberg A, Fortmann I, Siller B, et al.; German Neonatal Network, German Center for Lung Research and Priming Immunity at the beginning of life (PRIMAL) Consortium. Preterm birth and sustained inflammation: consequences for the neonate. Semin Immunopathol. 2020 Aug;42(4):451-468. PMID: 32661735.

# Frühgeburtlichkeit

## Herausforderungen

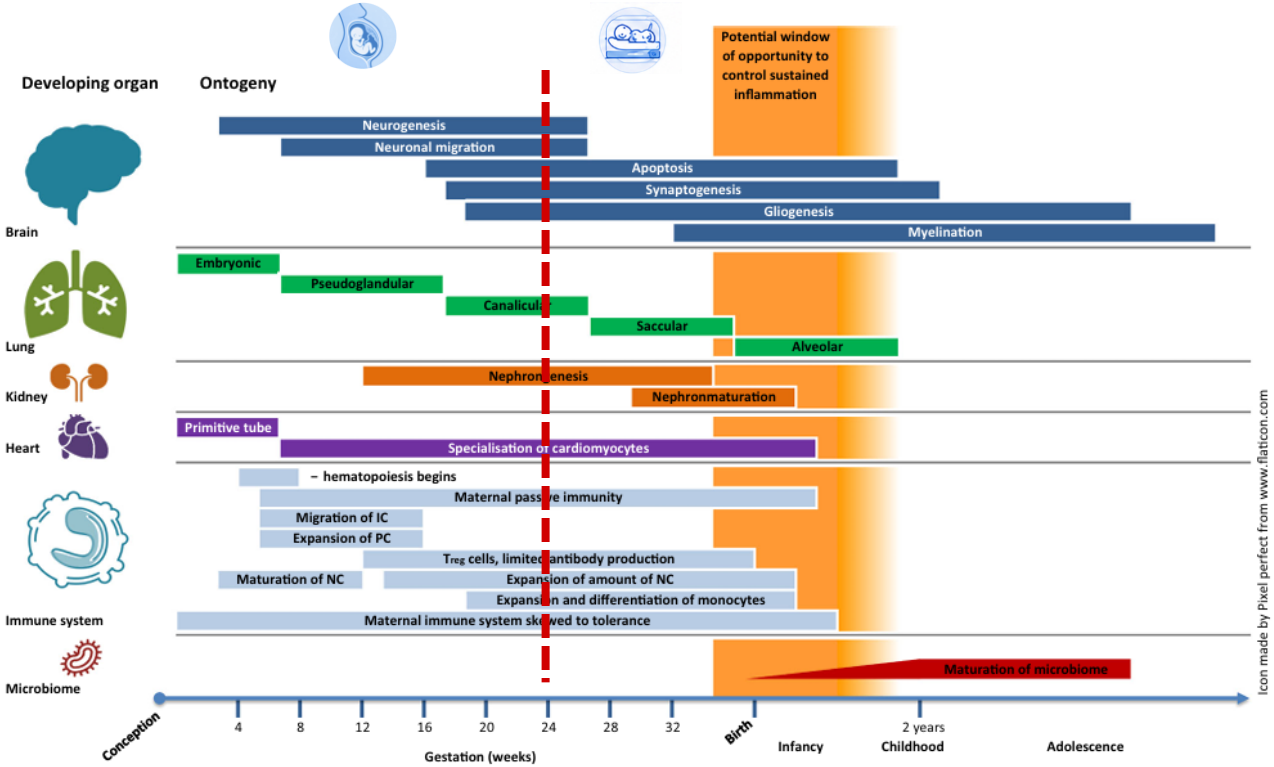



[Ref.: 13]

OpenAI, 2026.

# Frühgeburtlichkeit

## Ontogenese

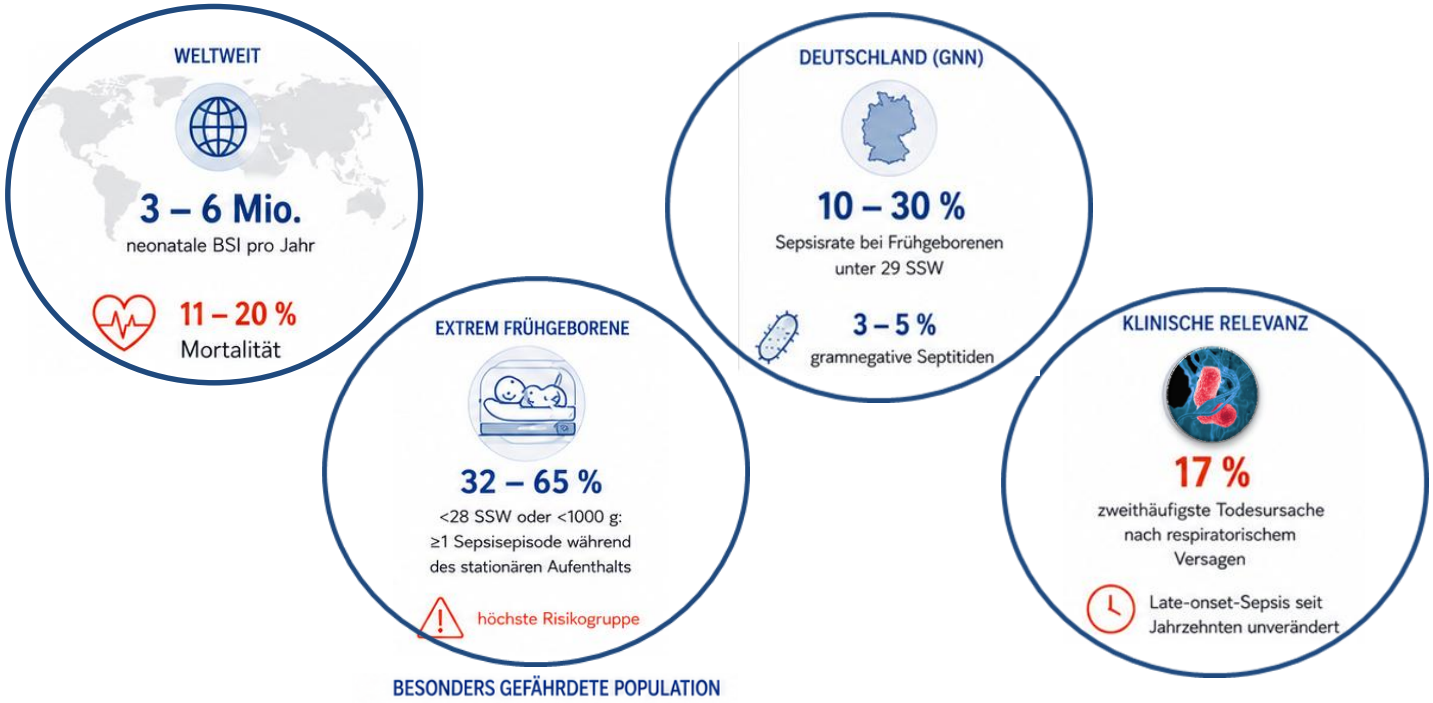



[Ref.: 14]

Adaptiert nach: Humberg A, Fortmann I, Siller B, et al.; German Neonatal Network, German Center for Lung Research and Priming Immunity at the beginning of life (PRIMAL) Consortium. Preterm birth and sustained inflammation: consequences for the neonate. Semin Immunopathol. 2020 Aug;42(4):451-468. PMID: 32661735.

# Neonatale Blutstrominfektionen (BSI)

## Epidemiologie




[Ref.: 14-16]


- Humberg A, Fortmann I, Siller B, et al. German Neonatal Network, German Center for Lung Research and Priming Immunity at the beginning of life (PRIMAL) Consortium. Preterm birth and sustained inflammation: consequences for the neonate. Semin Immunopathol. 2020 Aug;42(4):451-468.
- Härtel C, Faust K, Fortmann I, et al. Sepsis related mortality of extremely low gestational age newborns after the introduction of colonization screening for multi-drug resistant organisms. Antimicrob Resist Infect Control. 2020 Aug 26;9(1):144.
- Boghossian NS, Page GP, Bell EF, et al.; Eunice Kennedy Shriver National Institute of Child Health and Human Development Neonatal Research Network. Late-onset sepsis in very low birth weight infants from singleton and multiple-gestation births. J Pediatr. 2013 Jun;162(6):1120-4, 1124.e1.

# Neonatale Blutstrominfektionen (BSI)

## Klinische Relevanz

PEDIATRICS®
OFFICIAL JOURNAL OF THE AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS
www.pediatrics.org

### Late-Onset Sepsis Among Very Preterm Infants

Dustin D. Flannery, DO, MSCE,[a,b,c] Erika M. Edwards, PhD, MPH,[d,e,f] Sarah A. Coggins, MD,[a,c] Jeffrey D. Horbar, MD,[d,f] Karen M. Puopolo, MD, PhD[a,b,c]

**TABLE 2** Incidence of Late-Onset Sepsis Pathogen Types by Study Year and Gestational Age Category

| Category | *N* | All Late-Onset Sepsis[a] (No., %) | Incidence Rate Per 1000 Eligible Infants[a] (99% CI) | CONS[b] (No., %) | GBS[b] (No., %) | Other GP[b] (No., %) | GN[b] (No., %) | Fungal[b] (No., %) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Overall | 118 650 | 10 501 (8.9) | 88.5 (86.4–90.7) | 3549 (3.0) | 569 (0.5) | 3436 (2.9) | 3692 (3.1) | 620 (0.5) |
| Study year | | | | | | | | |
| 2018 | 40 295 | 3514 (8.7) | 87.2 (83.7–90.9) | 1224 (3.0) | 196 (0.5) | 1153 (2.9) | 1228 (3.1) | 213 (0.5) |
| 2019 | 40 727 | 3609 (8.9) | 88.6 (85.1–92.3) | 1193 (2.9) | 203 (0.5) | 1182 (2.9) | 1261 (3.1) | 201 (0.5) |
| 2020 | 37 628 | 3378 (9.0) | 89.8 (86.0–93.6) | 1132 (3.0) | 170 (0.5) | 1101 (2.9) | 1203 (3.2) | 206 (0.6) |
| GA category, completed wk[c] | | | | | | | | |
| ≤23 | 5708 | 1838 (32.2) | 322.0 (306.3–338.1) | 611 (10.7) | 68 (1.2) | 516 (9.0) | 766 (13.4) | 224 (3.9) |
| 24–25 | 16 781 | 3669 (21.9) | 218.6 (210.5–227.0) | 1270 (7.6) | 149 (0.9) | 1235 (7.4) | 1330 (7.9) | 229 (1.4) |
| 26–27 | 23 368 | 2583 (11.1) | 110.5 (105.4–115.9) | 889 (3.8) | 159 (0.7) | 865 (3.7) | 838 (3.6) | 104 (0.5) |
| 28–29 | 32 590 | 1579 (4.9) | 48.5 (45.5–51.6) | 509 (1.6) | 124 (0.4) | 507 (1.6) | 530 (1.6) | 44 (0.1) |
| >29 | 40 199 | 832 (2.1) | 20.7 (18.8–22.6) | 270 (0.7) | 69 (0.2) | 313 (0.8) | 228 (0.6) | 19 (0.1) |

GN, gram-negative; GP, gram-positive.

- Prospective observational study im Vermont Oxford Network (774 Zentren) , USA 2018 – 2020
- **N=118.650 FG**, 401 – 1500g, und/oder **22 – 29 SSW**
- LOS = 10 501 (8,9%) vs non-LOS 108 149 (91,1%) → **Inzidenz 32% <23 SSW (Gram neg.), 22% <26 SSW**

[Ref.: 17]

Flannery DD, Edwards EM, Coggins SA, Horbar JD, Puopolo KM. Late-Onset Sepsis Among Very Preterm Infants. Pediatrics. 2022 Dec 1;150(6). Video Abstract DOI: 10.1542/6312701839112.

# Neonatale Blutstrominfektionen (BSI)

## Mikrobiologie und Klinische Relevanz

### Results: Microbiology

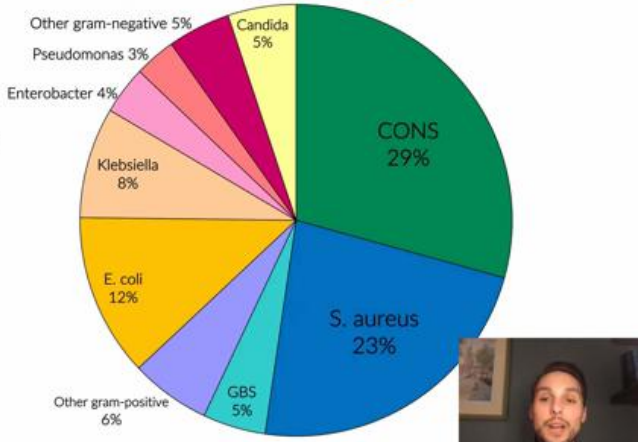
American Academy of Pediatrics

**Overall, 34 species identified**

- 9 gram-positives
- 24 gram-negatives
- 1 fungus

**CONS was the most common pathogen identified**

***S. aureus* was second most common**






PEDIATRICS

### Survival Outcome

American Academy of Pediatrics

| | LOS (%) | No LOS (%) | aRR (95% CI) |
|---|---|---|---|
| *Survival** | 78.2 | 94.9 | 0.89 (0.87, 0.90) |
| Survival by gestational age category** | | | |
| ≤23 wks | 62.9 | 66.4 | 0.95 (0.91, 0.99) |
| 24-25 wks | 76.1 | 85.6 | 0.90 (0.89, 0.92) |
| 26-27 wks | 83.6 | 94.8 | 0.90 (0.88, 0.91) |
| 28-29 wks | 87.9 | 97.9 | 0.91 (0.89, 0.92) |
| >29 wks | 85.4 | 98.5 | 0.87 (0.85, 0.90) |

### Outcomes Among Survivors

American Academy of Pediatrics

| | LOS (%) | No LOS (%) | aRR (95% CI)* |
|---|---|---|---|
| Home oxygen | 37.8 | 13.2 | 1.32 (1.26,1.38) |
| Tracheostomy | 3.6 | 0.6 | 2.89 (2.47,3.37) |
| Gastrostomy | 14.6 | 3.8 | 2.09 (1.93,2.56) |

*Adjusted for gestational age; small for gestational age; multiple birth; vaginal delivery; sex; inborn

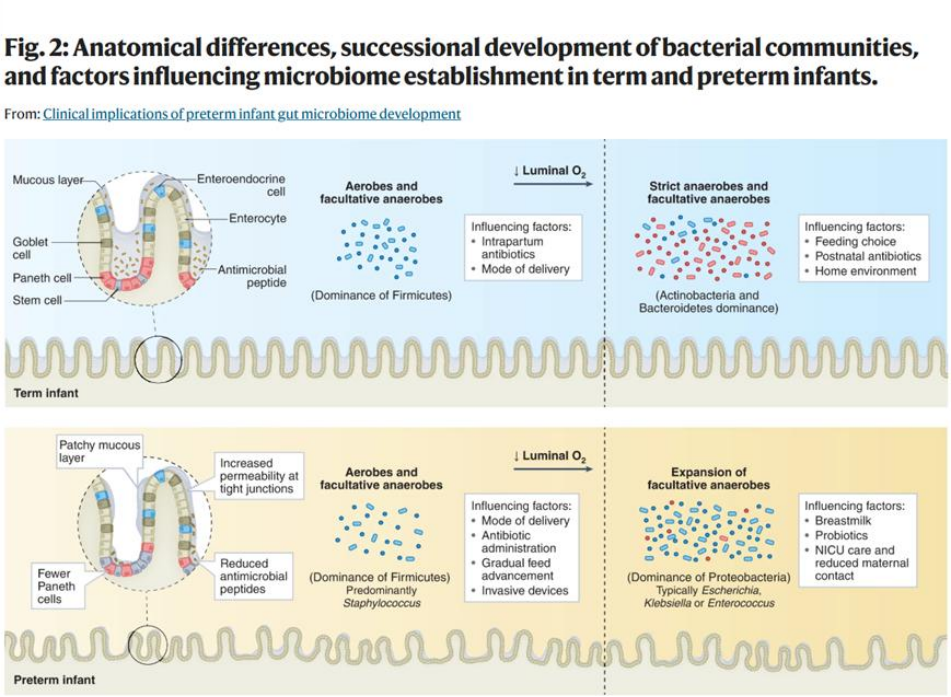
[Ref.: 17]

Flannery DD, Edwards EM, Coggins SA, Horbar JD, Puopolo KM. Late-Onset Sepsis Among Very Preterm Infants. Pediatrics. 2022 Dec 1;150(6). Video Abstract DOI: 10.1542/6312701839112.

# Neonatale Blutstrominfektionen (BSI)

## Risikofaktoren



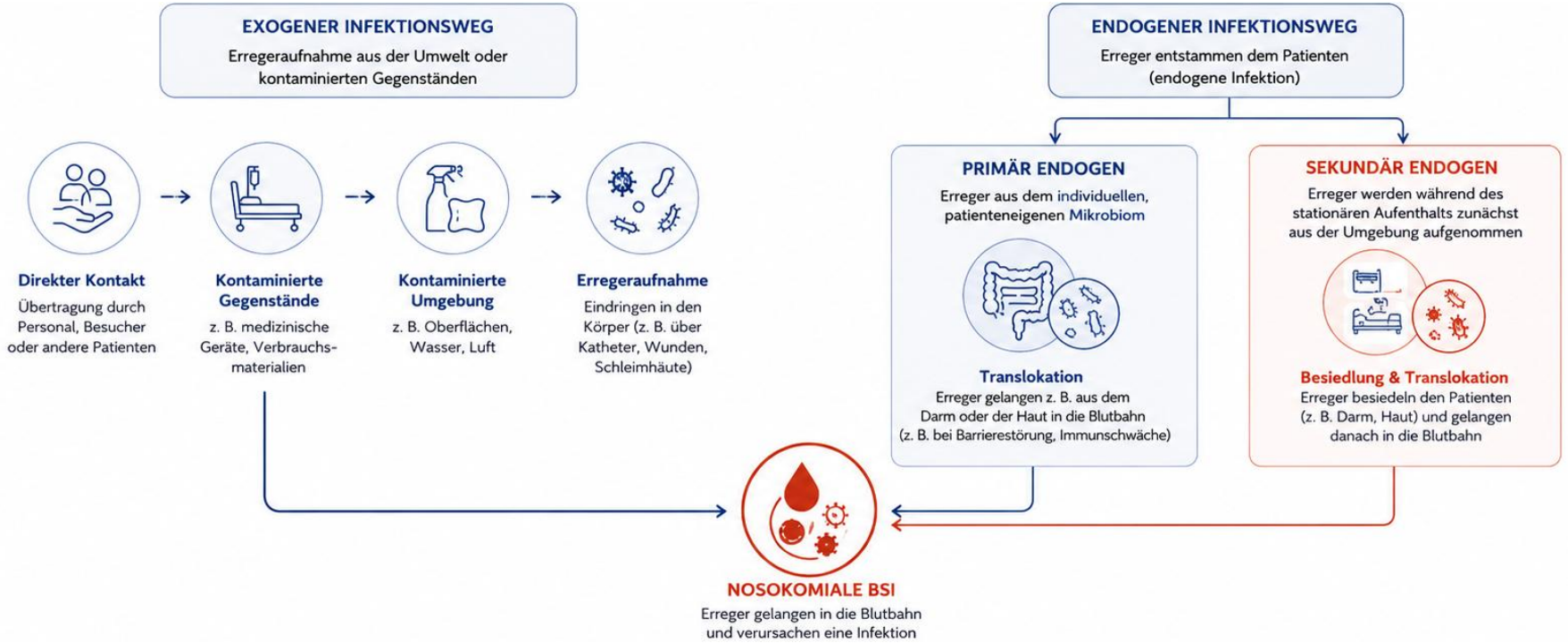




[Ref.: 18-20]


- Healy DB, Ryan CA, Ross RP, Stanton C, Dempsey EM. Clinical implications of preterm infant gut microbiome development. Nat Microbiol. 2022;7(1):22-33.
- Carl MA, Ndao IM, Springman AC, et al. Sepsis from the gut: the enteric habitat of bacteria that cause late-onset neonatal bloodstream infections. Clin Infect Dis. 2014;58(9):1211-1218.
- Marissen J, Gomez de Agüero M, Chandorkar P, et al. The Delicate Skin of Preterm Infants: Barrier Function, Immune-Microbiome Interaction, and Clinical Implications. Neonatology. 2023;120(3):295-307.6

# Neonatale Blutstrominfektionen (BSI)

## Infektionswege




[Ref.: 21-23]


- Bokulich NA, Mills DA, Underwood MA. Surface microbes in the neonatal intensive care unit: changes with routine cleaning and over time. J Clin Microbiol. 2013;51(8):2617-2624.
- Hewitt KM, Mannino FL, Gonzalez A, et al. Bacterial diversity in two Neonatal Intensive Care Units (NICUs). PLoS One. 2013;8(1):e54703.
- Kerwat K, Wulf H. Nosokomiale Infektionen – Welche Rolle spielt der Arzt? Lege artis - Das Magazin zur ärztlichen Weiterbildung. 2012;2(1):34-39.

# Neonatale Blutstrominfektionen (BSI)

## Risikofaktoren

**EXTRINSISCHE FAKTOREN**

- NICU-Erregerreservoir & Stationsumgebung
- Bauliche, personelle & klimatische Bedingungen
- Antiinfektiva & invasive Materialien
- (Par-)enterale Ernährung & Probiotika

PLOS ONE

One year cross-sectional study of bacterial profiles and resistance genes in the ICU and NICU

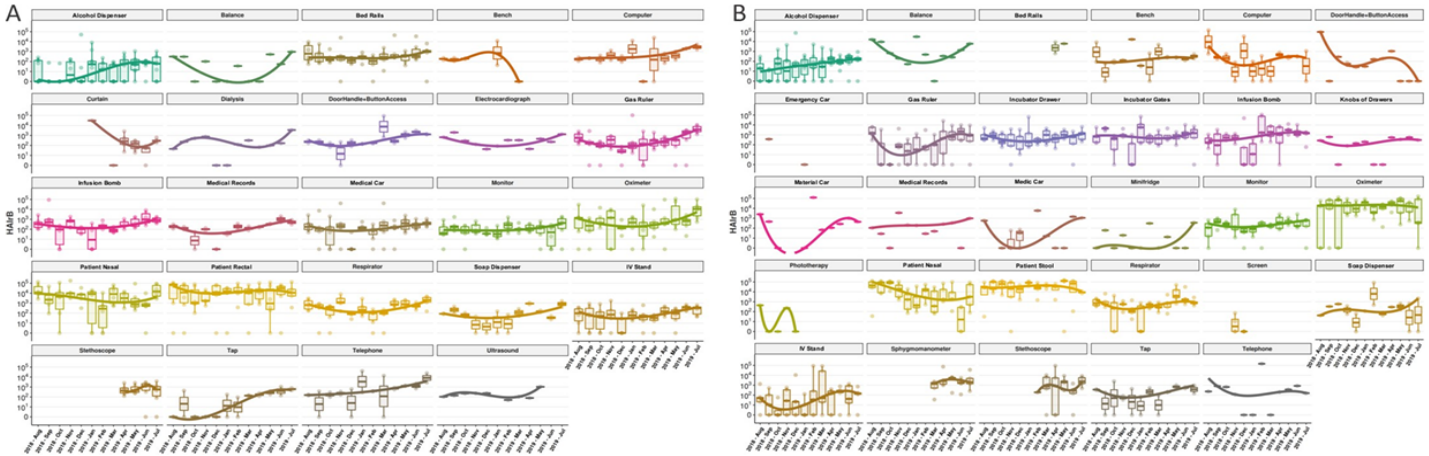



**Fig 5. Longitudinal profiles of bacteria in specific sample sites collected over the year.** (**A**) ICU and (**B**) NICU, considering the previously established HAIrB group: *A. baumanii* complex, *E. coli*, *E. faecalis*, *E. faecium*, *K. pneumoniae*, *P. mirabilis*, *P. aeruginosa*, *S. aureus* e *S. epidermidis*. HAIrB sequence reads are shown on $\log_{10}$ scale. Boxplots are ordered by median values, marked with a tendency line through the months in each sample type.

https://doi.org/10.1371/journal.pone.0234127.g005

[Ref.: 21,22,24]


- Bokulich NA, Mills DA, Underwood MA. Surface microbes in the neonatal intensive care unit: changes with routine cleaning and over time. J Clin Microbiol. 2013;51(8):2617-2624.
- Hewitt KM, Mannino FL, Gonzalez A, et al. Bacterial diversity in two Neonatal Intensive Care Units (NICUs). PLoS One. 2013;8(1):e54703.
- Christoff AP, Sereia AFR, Cruz GNF et al. One year cross-sectional study in adult and neonatal intensive care units reveals the bacterial and antimicrobial resistance genes profiles in patients and hospital surfaces. PLoS One. 2020 Jun 3;15(6).

# Neonatale Blutstrominfektionen (BSI)

## Präventionsstrategien und Surveillance

**PRÄVENTION ERFORDERT EIN DOPPELTES VERSTÄNDNIS:**

**MIKROBIOM VERSTEHEN**

- Intestinum
- Mukosa
- Haut

**NICU-UMGEBUNG OPTIMIEREN**

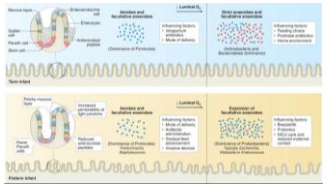
- Hygiene
- Surveillance
- Kontrolle des stationären Erregerreservoirs



© Alexander Raths



*© Carolin Korth/ MHH*



**PRÄVENTION**

- Händehygiene, aseptisches Arbeiten
- Desinfektion / Reinigung

**SURVEILLANCE**

- Screening (Diagnostik)
- Dokumentation / Kommunikation

**MASSNAHMEN**

- Isolation
- Antimikrobielle Therapie

[Ref.: 18, 25-27]


- Healy DB, Ryan CA, Ross RP, Stanton C, Dempsey EM. Clinical implications of preterm infant gut microbiome development. Nat Microbiol. 2022;7(1):22-33.
- © Alexander Raths; https://www.still-lexikon.de/warum-stillen-so-wichtig-ist/
- *© Carolin Korth/ MHH*
- KRINKO. Prävention von Gefäßkatheter-assoziierten Infektionen bei Frühund Neugeborenen: Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut. Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz. 2018;61(5):608-626.

# Infektionskontrolle und Surveillance

ROBERT KOCH INSTITUT

## KOLONISATIONSSCREENING IN DER NEONATOLOGIE

### SCREENINGSTRATEGIE

- Wöchentliches mikrobiologisches Screening
- Alle Früh- und Neugeborenen auf NICU

### KRINKO-RAHMEN

- Nosokomiale Infektionen: 2007 (* 2012/2013)
- Gefäßkatheter: 2018 | Parenterale Therapie: 2022

### ERWEITERUNG DES SCREENINGS BEI:

- Ausbrüchen
- Invasiven Infektionen
- vermehrten Transmissionen
- Nachweis resistenter Erreger

### DREI ZENTRALE ERREGERGRUPPEN

I **MULTIRESISTENTE ERREGER**
*2MRGN - 3MRGN - 4MRGN - MRSA*

II **WEITERE RELEVANTE ERREGER**
*Acinetobacter spp. - K. pneumoniae - MSSA*

III **HOHES TRANSMISSIONSPOTENZIAL**
*S. marcescens - P. aeruginosa - Enterobacter spp.*

**ZIEL: Frühzeitige Erkennung relevanter Kolonisationen → gezielte Hygiene- und Präventionsmaßnahmen**

[Ref.: 27-31]


- KRINKO. Bundesgesundheitsbl - Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz. 2007;50:1265–1303. 22.. - KRINKO. Epidem Bull 2012;2:13-15. - KRINKO. Epidem Bull. 2013;42:421-433.
- KRINKO. Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz. 2018;61(5):608-626.
- Krämer IG, R.; Gille, C.; Härtel, C. et al. Management der parenteralen Arzneimitteltherapie auf neonatologischen Intensivstationen – Positionspapier einer interdisziplinären Arbeitsgruppe. HygMed. 2022;47(6):118-128.

# Infektionskontrolle und Surveillance

## Kolonisationsscreening: Pro und Contra

Härtel *et al. Antimicrobial Resistance and Infection Control* (2020) 9:144
https://doi.org/10.1186/s13756-020-00804-8

Antimicrobial Resistance and Infection Control

RESEARCH Open Access

### Sepsis related mortality of extremely low gestational age newborns after the introduction of colonization screening for multi-drug resistant organisms

Christoph Härtel[1,2,3,4,5*], Kirstin Faust[1,2], Ingmar Fortmann[1], Alexander Humberg[1,2], Julia Pagel[1,2], Clara Haug[1], Reinhard Kühl[3,6], Bettina Bohnhorst[3,7], Sabine Pirr[4,7], Dorothee Viemann[4,7], Arne Simon[3,8], Michael Zemlin[3,4,8], Silvia Poralla[3,9], Andreas Müller[3,9], Natascha Köstlin-Gille[10], Christian Gille[3,4,10], Matthias Heckmann[3,11], Jan Rupp[2,12], Egbert Herting[1,3,4] and Wolfgang Göpel[1,3,4]

- 2 Zeiträume: 2011-2013 vs. 2014-2018
- GNN Kohorte, 62 Level 1-NICUs
- ~13.000 FG aus 22 0/7 SSW – 28 6/7 SSW

- sign. ↓ Rate klin. Sepsis und Gram pos. Sepsis
- sign. ↓ Rate Antibiotikagebrauch insges.

**aber:**

- n.s. Gram neg. Sepsis
- n.s. Sepsis-related mortality
- n.s. Sepsisrate mit Erregern aus KRINKO-Screening
- sign. ↑ Rate an Meropenem

[Ref.: 15]

• Härtel C, Faust K, Fortmann I, et al. Sepsis related mortality of extremely low gestational age newborns after the introduction of colonization screening for multi-drug resistant organisms. Antimicrob Resist Infect Control. 2020 Aug 26;9(1):144.

# Infektionskontrolle und Surveillance

NRZ
de | en
NEO-KISS
Referenzdaten

## NEO-KISS SURVEILLANCE

**SYSTEM & ZIEL**

- seit 2000: Web-basiertes Surveillance-System auf Basis der KRINKO-Empfehlungen
- Patientendaten VLBW-Frühgeborener
- Betrieb: NRZ (Charité
- Ziel: Surveillance nos

**ERFASSTE PARAMETER**

- Inzidenzdichte der Infektionen
  - Primäre Sepsis (nosokomiale BSI ohne Organfokus als Ursprung)
  - Pneumonie
  - NEC

ZVK, INV, NIV)
MRGN, MRSA)

**DATEN (DEUTSCHLAND 2021–2025)**

- 210 neonatologische Abteilungen
- 156 Kliniken der höchsten Versorgungsstufe (LEVEL 1)
- ZVK-assoz. Sepsis: 8,13 (<500 g) – 2,94 (1000–1499 g) / 1000 Patiententage
- MRSA-Prävalenz: 1,2 / 100 Patienten (90% Kolonisation, 10% Infektionen)

[Ref.: 32]


- NRZ. Nationales Referenzzentrum für Surveillance von nosokomialen Infketionen. Modul NEO-KISS. Referenzdaten Berechnungszeitraum: Januar 2021 bis Dezember 2025. Erstellungsdatum: 23. Februar 2026.

# Infektionskontrolle und Surveillance

## Neo-KISS

NRZ
Nationales Referenzzentrum für Surveillance von nosokomialen Infektionen

**KISS Krankenhaus-Infektions-Surveillance-System**
**Modul NEO-KISS**
**Berechnungszeitraum: Januar 2021 bis Dezember 2025**

**Erstellungsdatum: 23. Februar 2026**

**Referenzdaten für Neonatologische Abteilungen. Geburtsgewicht bis 499**

Tabelle 3: Device-assoziierte Infektionsraten [4]

| Dev.-ass. Infektion | Anzahl Dev.-ass. Infektionen | gepoolter arithm. Mittelwert |
|---|---|---|
| **Gefäßkatheter-ass. Sepsis** | | |
| **-ZVK-ass. Sepsis** | 334 | 8,13 |
| **-PVK-ass. Sepsis** | 87 | 3,69 |

**Referenzdaten für Neonatologische Abteilungen. Geburtsgewicht 500 bis 999**

Tabelle 3: Device-assoziierte Infektionsraten [4]

| Dev.-ass. Infektion | Anzahl Dev.-ass. Infektionen | gepoolter arithm. Mittelwert |
|---|---|---|
| **Gefäßkatheter-ass. Sepsis** | | |
| **-ZVK-ass. Sepsis** | 1.212 | 5,98 |
| **-PVK-ass. Sepsis** | 380 | 2,89 |

**Referenzdaten für Neonatologische Abteilungen. Geburtsgewicht 1000 bis 1499**

Tabelle 3: Device-assoziierte Infektionsraten [4]

| Dev.-ass. Infektion | Anzahl Dev.-ass. Infektionen | gepoolter arithm. Mittelwert |
|---|---|---|
| **Gefäßkatheter-ass. Sepsis** | | |
| **-ZVK-ass. Sepsis** | 299 | 2,94 |
| **-PVK-ass. Sepsis** | 339 | 2,78 |

ZVK:

- häufig bei ELBW (<1000g)
- (wochen-)lange Liegedauer
- Zentrale Lage des device
- hohe awareness für Besiedlung / Sepsis

PVK:

- häufig bei VLBW (>1000-1500g)
- kürzere Liegedauer
- Periphere Lokalisation

**ABER:** häufige Manipulationen (Kurzinfusionen!)

- ? geringere awareness für Besiedlung / Sepsis

[Ref.: 32]


- NRZ. Nationales Referenzzentrum für Surveillance von nosokomialen Infketionen. Modul NEO-KISS. Referenzdaten Berechnungszeitraum: Januar 2021 bis Dezember 2025. Erstellungsdatum: 23. Februar 2026.

# Infektionskontrolle und Surveillance

de | en

NEO-KISS
**Referenzdaten**

**NEO-KISS SURVEILLANCE**

Journal of Infection 85 (2022) 8–16

Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Infection

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jinf

## Reduction of antibacterial use in patients with very low birth weight on German NICUs after implementation of a mandatory surveillance system. A longitudinal study with national data from 2013 to 2019

Tobias Siegfried Kramer[a,b,1,*], Florian Salm[a,b,1], Frank Schwab[a,b], Christine Geffers[a,b], Michael Behnke[a,b], Petra Gastmeier[a,b], Brar Piening[a,b]

[a] Institute of Hygiene and Environmental Medicine, Charité University Medical Center Berlin, Germany
[b] National Reference Center for the Surveillance of Nosocomial Infections, Berlin, Germany

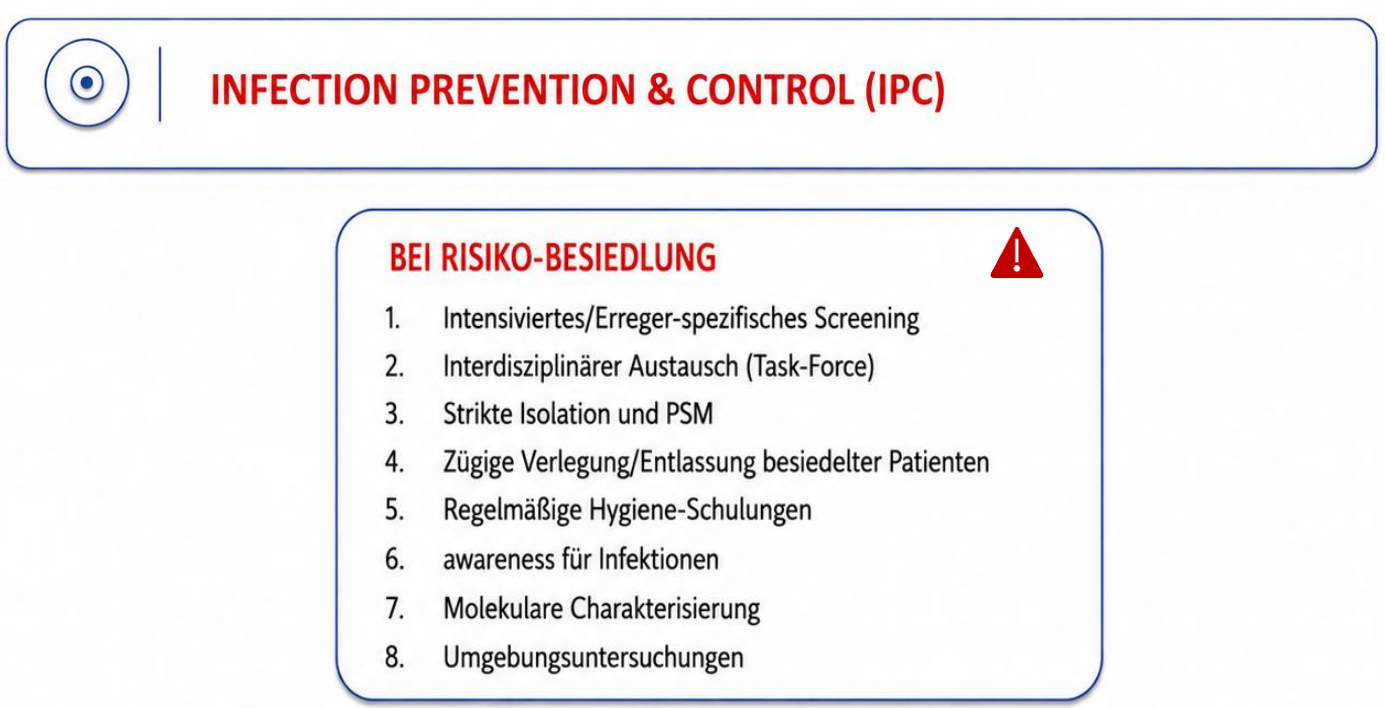
*Conclusion:* The implementation of a national mandatory surveillance system was associated with a reduction in antibacterial consumption in preterm infants with VLBW. Surveillance of antibacterial use is an integral part of targeting antimicrobial stewardship efforts.

[Ref.: 33]

- Kramer TS, Salm F, Schwab F, Geffers C, Behnke M, Gastmeier P, Piening B. Reduction of antibacterial use in patients with very low birth weight on German NICUs after implementation of a mandatory surveillance system. A longitudinal study with national data from 2013 to 2019. J Infect. 2022 Jul;85(1):8-16.

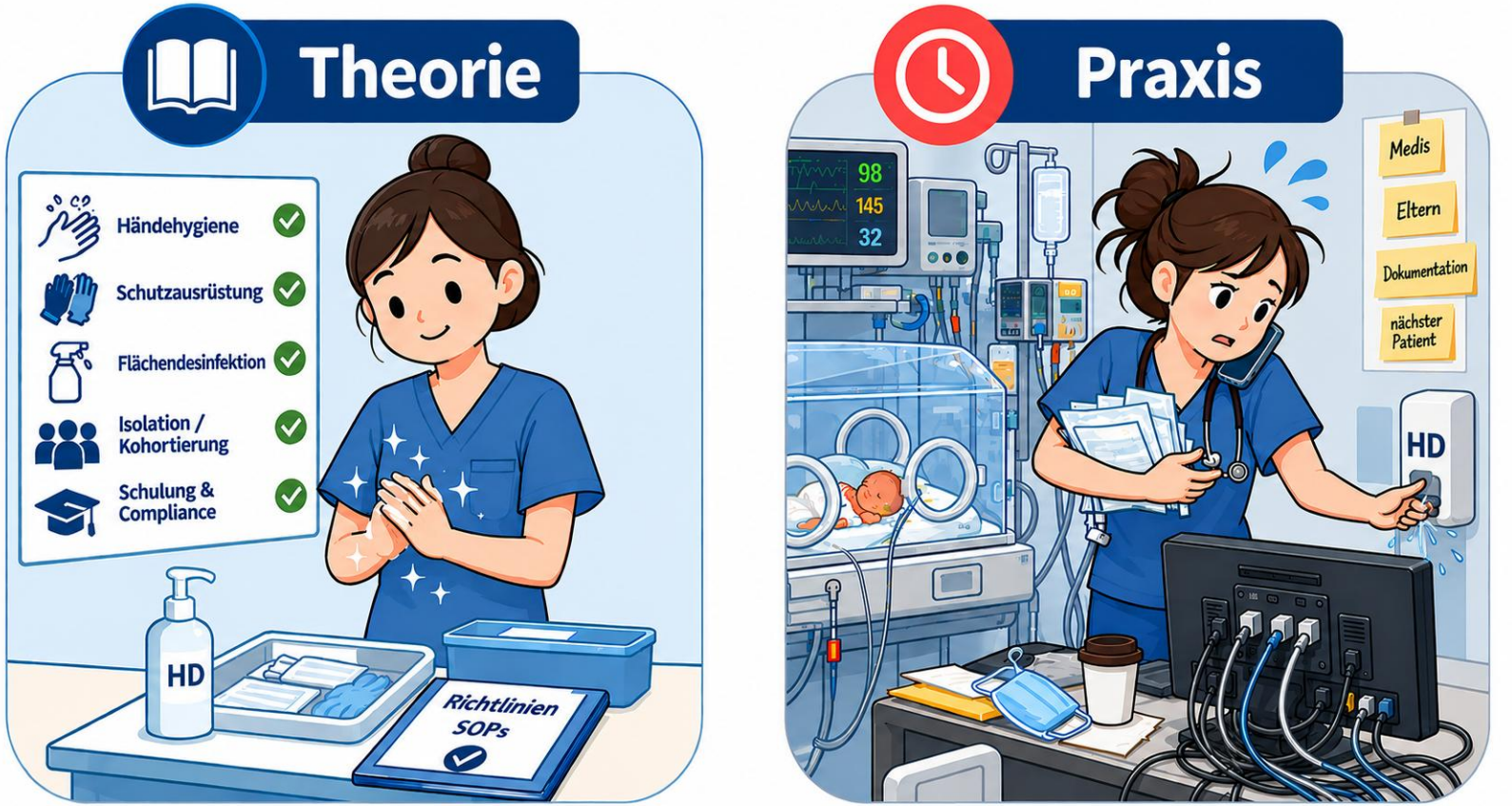
# Infektionskontrolle und Surveillance

## IPC-Maßnahmen




[Ref.: 30,34]


- KRINKO. Praktische Umsetzung … zur Implementierung der Empfehlungen zur Prävention nosokomialer Infektionen bei neonatologischen Intensivpflegepatienten mit einem Geburtsgewicht unter 1.500 g aus dem Jahr 2007 und 2012. Epidem Bull. 2013;42:421-433.
- Böhne C, Chhatwal P, Peter C, et al. Detection of Serratia marcescens in neonatal intensive care units requires a rapid and comprehensive infection control response starting with the very first case. *GMS Hyg Infect Control.* 2021;16:Doc12.

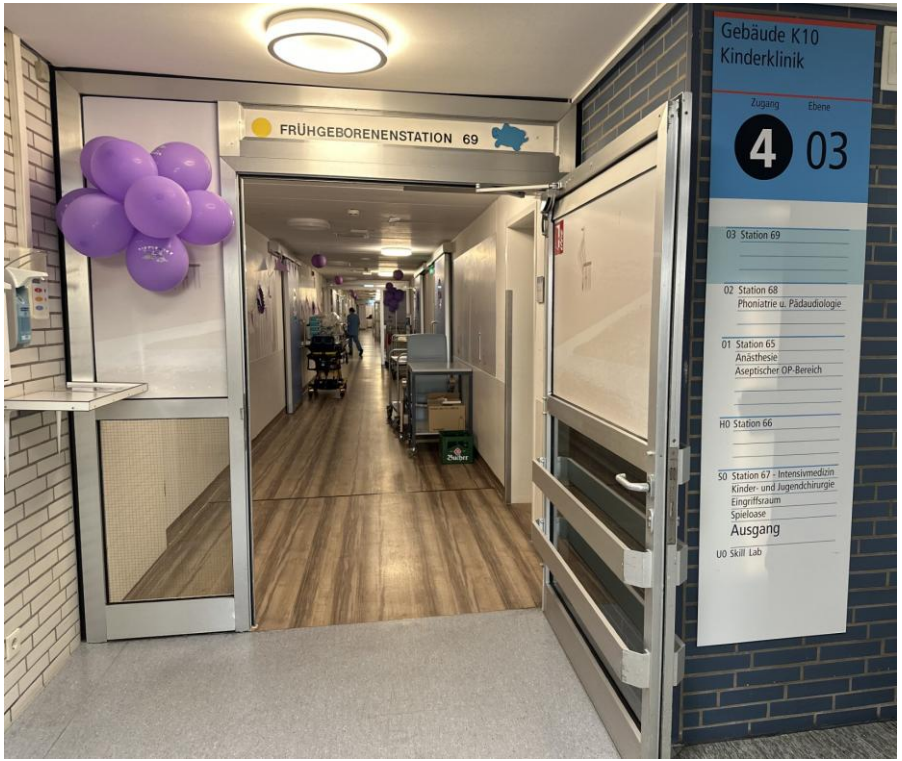



[Ref.: 13]

OpenAI, 2026.

# MHH – Neonatologie






MHH
*Neonatologie*

Eigene Bilder (Station 69).

# MHH – Neonatologie



- 10 Intensiv-Beatmungsplätze
- 8 – 11 IMC-Betten




- > 100 x „Team“ ….



**MHH**
*Neonatologie*

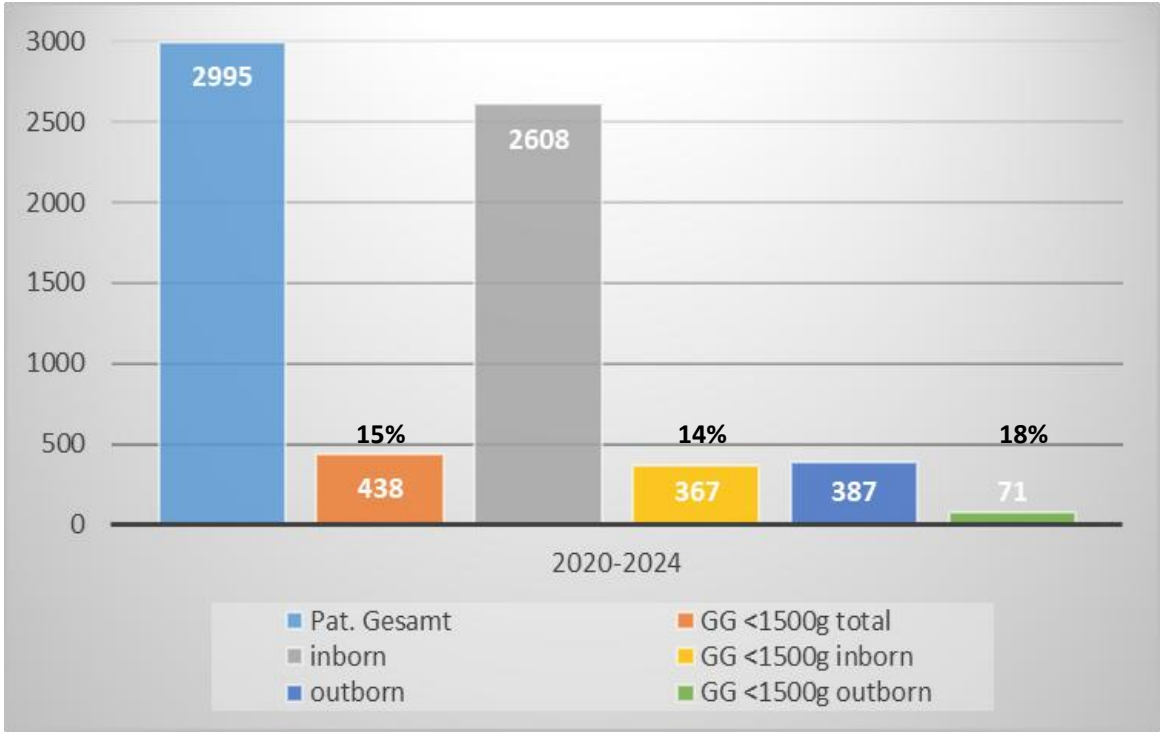
Eigene Bilder (Station 69).

# MHH – Neonatologie

## Aus der Praxis … Patienten



MHH
*Neonatologie*




[Ref.: 35]

Eigene Auswertung, Neodat 5, Version 5.2604.14.

# MHH – Neonatologie

## Aus der Praxis … Eigene Daten zur Surveillance

Böhne *et al. Antimicrobial Resistance & Infection Control* (2026) 15:64
https://doi.org/10.1186/s13756-026-01753-4

Antimicrobial Resistance & Infection Control

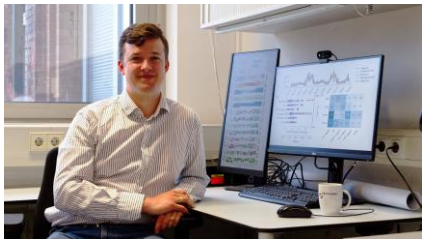
RESEARCH Open Access

### Prospective genomic and epidemiologic surveillance of *Klebsiella pneumoniae* in a tertiary NICU

Carolin Böhne[1*], Claas Baier[2,3], Jelena Erdmann[4], Ella Ebadi[2], Carina Zirkler[1], Marc Lindenberg[2], Dirk Schlüter[2,5], Sabine Pirr[1,5], Corinna Peter[1], Bettina Bohnhorst[1] and Leonard Knegendorf[2,4*]



PD Dr. Claas Baier, MHH/Klinikum Rotenburg



Dr. Leonard Knegendorf, MHH/TWINCORE

- 30 Monate, prospektiv, 936 NICU-Patienten
- 8,7% besiedelt mit *K. pneumoniae*
- 70,4% nosokomial erworben

- VLBW (<1500g GG)
  - einziger Risikofaktor für nosokomiale Besiedlung mit *K. pneumoniae*
  - 3-fach erhöhtes Risiko

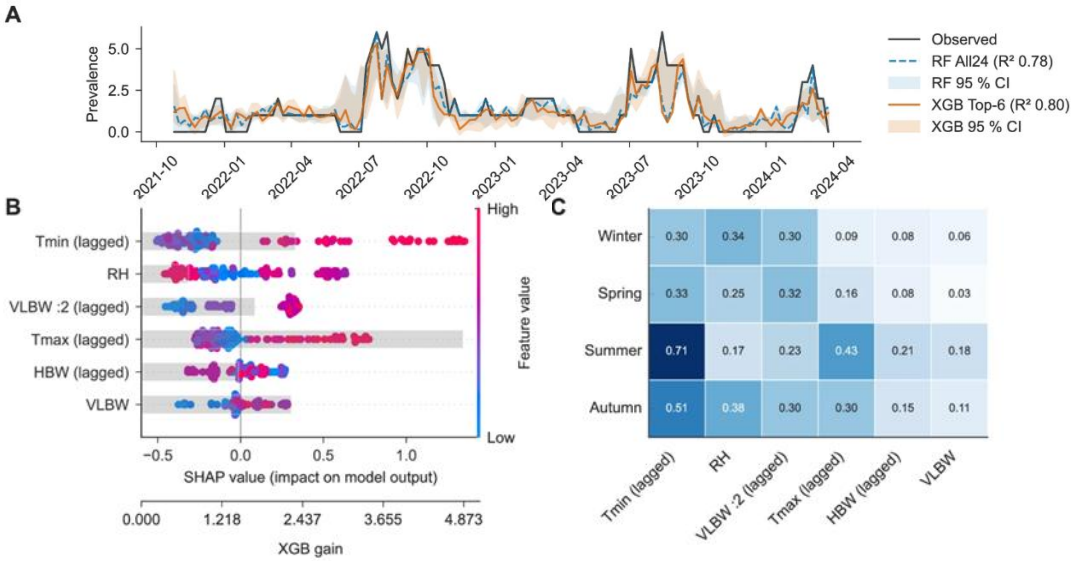
- 10 genomische cluster identifiziert
  - 4 Patienten/cluster (median)
  - 8-fach erhöhtes Auftreten in VLBW
  - höhere Rate /längere Dauer NIV, PVK
  - Saisonale Verteilung

[Ref.: 36]

Böhne C, Baier C, Erdmann J, Ebadi E, Zirkler C, Lindenberg M, Schlüter D, Pirr S, Peter C, Bohnhorst B, Knegendorf L.
Prospective genomic and epidemiologic surveillance of Klebsiella pneumoniae in a tertiary NICU. Antimicrob Resist Infect Control. 2026 Apr 27;15(1):64.

# MHH – Neonatologie

## Aus der Praxis … Eigene Daten zur Surveillance




Saisonale cluster-Verteilung




cluster Häufigkeit abhängig von

- „warmen Nächten“ 4 Wochen zuvor
- Relativer Feuchte (outdoor)
- Patienten/Pflege-Ratio
- Patienten-load

[Ref.: 36]


Böhne C, Baier C, Erdmann J, Ebadi E, Zirkler C, Lindenberg M, Schlüter D, Pirr S, Peter C, Bohnhorst B, Knegendorf L.
Prospective genomic and epidemiologic surveillance of Klebsiella pneumoniae in a tertiary NICU. Antimicrob Resist Infect Control. 2026 Apr 27;15(1):64.

# Infektionssurveillance und Klima

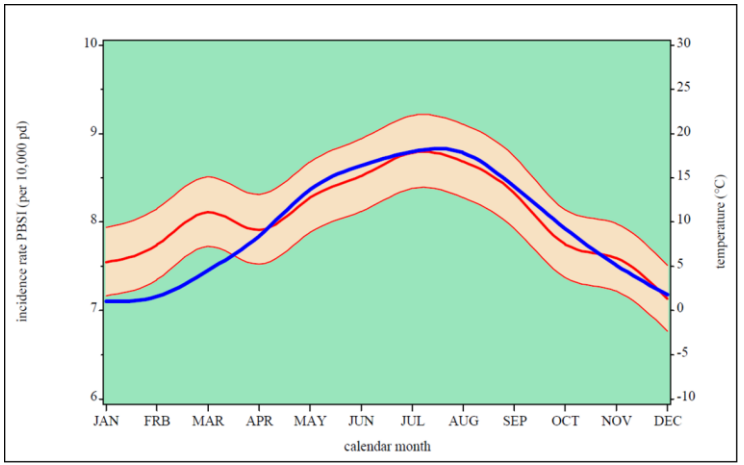
*Summer, sun and sepsis*

PLOS ONE

RESEARCH ARTICLE

Summer, sun and sepsis—The influence of outside temperature on nosocomial bloodstream infections: A cohort study and review of the literature

Frank Schwab[1,2]*, Petra Gastmeier[1,2], Peter Hoffmann[3], Elisabeth Meyer[1,2]




Daten: ICU-KISS, 2001 – 2015; 1.196 ICUs, 19.194 BSI

**Results**:

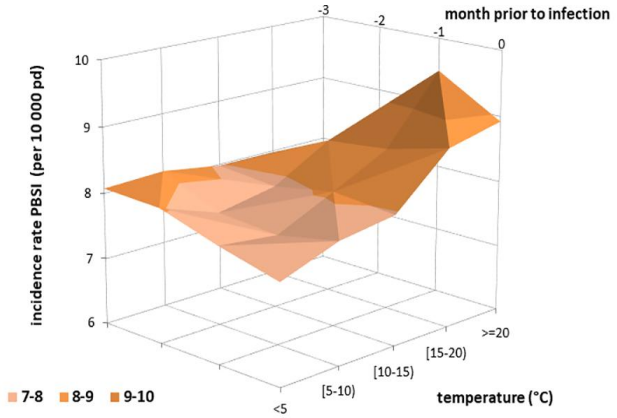
- insges. Inzidenzdichte für BSI 17% höher in Monaten ≥20°C
- Juli/August mit höchster Inzidenzdichte
- Erregerabhängige Verteilung
- am höchsten bei Gram neg. Infektionen (+38%)

[Ref.: 37]

Schwab F, Gastmeier P, Hoffmann P, Meyer E. Summer, sun and sepsis-The influence of outside temperature on nosocomial bloodstream infections: A cohort study and review of the literature. PLoS One. 2020 Jun 19;15(6)

# Infektionssurveillance und Klima

*Summer, sun and sepsis*




**Methods and findings:** ....

pathogen: The majority of bacteria increased with rising temperatures. Enterococci showed no seasonality. S. pneumoniae reached a peak in winter time. The association of the occurrence of PBSI and temperatures ≥20°C was stronger when the mean monthly temperature in the month prior to the occurrence of BSI was considered instead of the temperature in the month of the occurrence of BSI. High average temperatures ≥20°C increased the risk of the development of a PBSI by 16% compared with low temperatures <5°C.

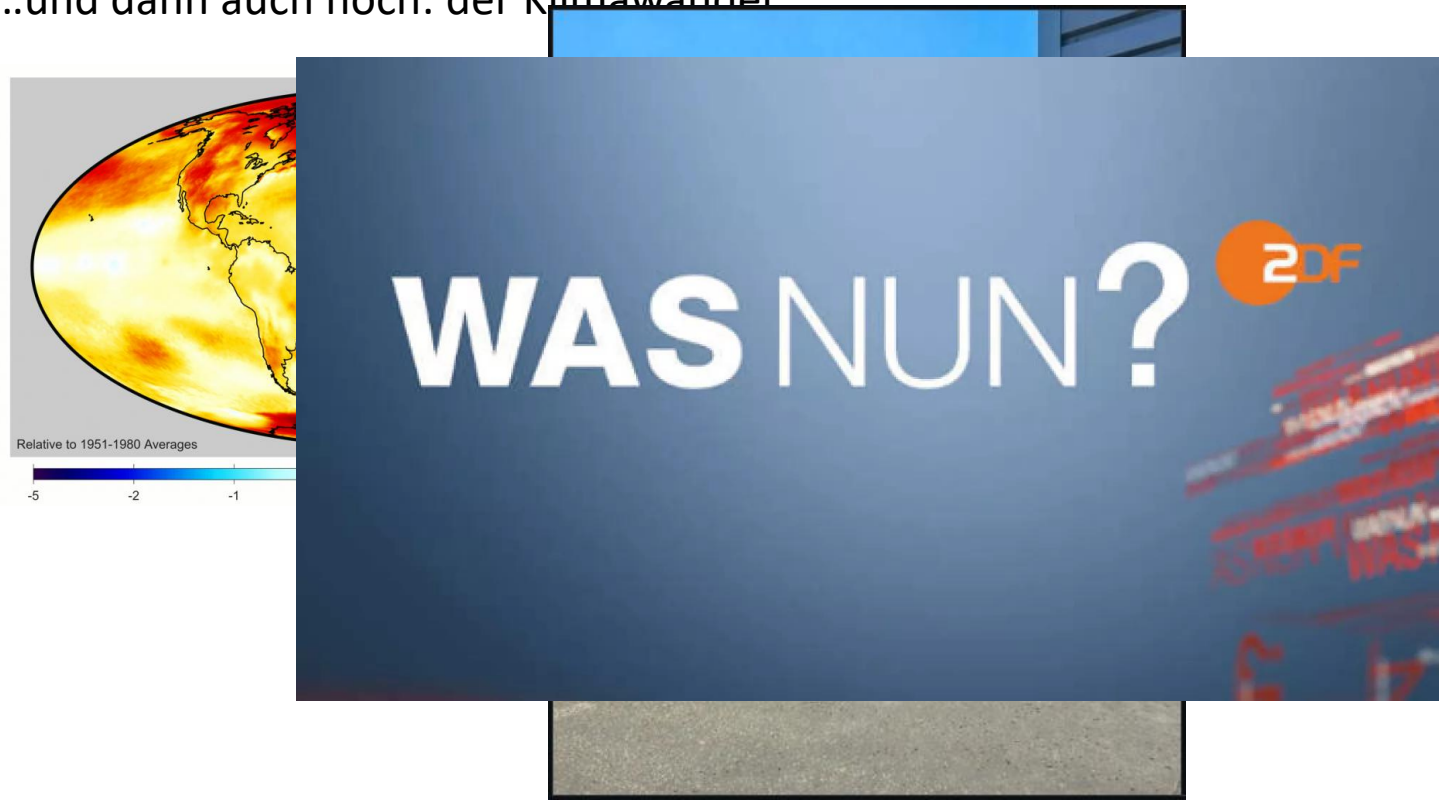
| Incidence rate primary bloodstream infection (PBSI) (per 10,000 patient days) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| month prior to infection | temperature | | | | |
| | <5°C | [5-<10°C) | [10-<15°C) | [15-<20°C) | >=20°C |
| 0 | 7.5 | 7.8 | 8.0 | 8.7 | 8.9 |
| -1 | 7.8 | 7.7 | 8.1 | 8.5 | 9.5 |
| -2 | 8.0 | 7.7 | 7.9 | 8.4 | 8.3 |
| -3 | 8.1 | 8.1 | 8.0 | 8,0 | 7.8 |

[Ref.: 37]

Schwab F, Gastmeier P, Hoffmann P, Meyer E. Summer, sun and sepsis-The influence of outside temperature on nosocomial bloodstream infections: A cohort study and review of the literature. PLoS One. 2020 Jun 19;15(6)

# MHH – Neonatologie

…und dann auch noch: der Klimawandel

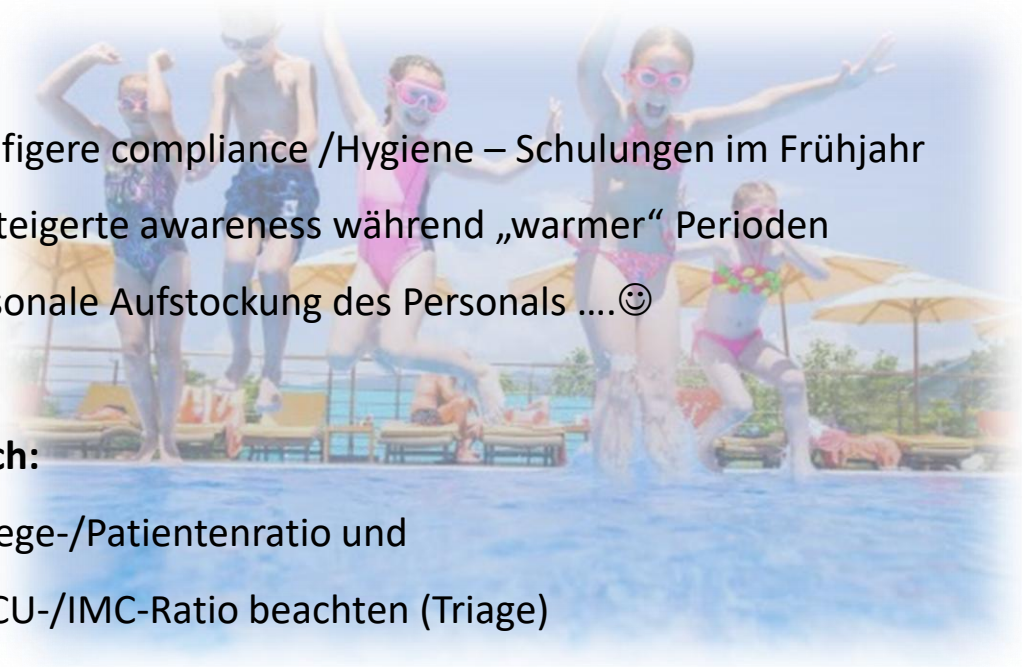



[Ref.: 38-40]

- ©2016-2026, Berkeley Earth
- Instagram MHH, 28.06.2026
- www.zdf.de

# Infektionssurveillance und Klima

*Summer, sun and sepsis – Saisonale Clusterbildung*



**Saisonal:**

- häufigere compliance /Hygiene – Schulungen im Frühjahr
- gesteigerte awareness während „warmer“ Perioden
- Saisonale Aufstockung des Personals ….☺

**Kontinuierlich:**

- Pflege-/Patientenratio und
- NICU-/IMC-Ratio beachten (Triage)

[Ref.: 41]

- www.mobilesport.ch

# Fazit

- **NICU-Patienten haben hohes Risiko für Besiedlungen mit potentiell pathogenen Erregern**
- **Erfolgreiche IPC gelingt nur durch kontinuierliche, intensiv-enge, interdisziplinäre Zusammenarbeit, gute Kommunikation sowie rasche und konsequente Ergreifung geeigneter Maßnahmen**
- **Neue Methoden (WGS, machine-learning data approaches, Oxford Nanopore Technique) ermöglichen in Zukunft ggf. noch gezieltere Diagnostik und Massnahmen**
- **Klimawandel bringt Herausforderungen mit sich, die mit modernen Methoden adressiert werden müssen**

# Vielen Dank!

Lotta, 24 SSW, <500g
Im Alter von 2 Jahren

Eigene Bilder (Station 69).

# Literatur-/Abbildungsverzeichnis


1. National Institute of Allergy and Infectious Diseases (NIAID). Colorized scanning electron micrograph (SEM) of Escherichia coli grown in culture and adhered to a coverslip. CDC Public Health Image Library (PHIL), Image ID 18160, 2002.
2. Eigene Bilder (Station 69, MHH), schriftl. Einwilligung liegt vor.
3. Dorward, D. (2014). Carbapenem-resistant Klebsiella pneumoniae interacting with a human neutrophil (Colorized SEM). National Institute of Allergy and Infectious Diseases, CDC Public Health Image Library, PHIL 18169.
4. Blencowe H, Cousens S, Chou D, et al. Born too soon: the global epidemiology of 15 million preterm births. Reprod Health. 2013;10 Suppl 1(Suppl 1):S2.
5. IQTIQ. Bundesauswertung Auswertungsjahr 2024 Erfassungsjahr 2023 nach DeQS-RL PM-Geburtshilfe. 2024:1-114.
6. Delnord M, Blondel B, Zeitlin J. What contributes to disparities in the preterm birth rate in European countries? Curr Opin Obstet Gynecol. 2015;27(2):133-142.
7. Takagi K, Satoh K, Muraoka M, et al. A mathematical model for predicting outcome in preterm labour. J Int Med Res. 2012;40(4):1459-1466.
8. Bundesauswertung PM-GEBH: Geburtshilfe Auswertungsjahr 2024 | Erfassungsjahr 2023 (IQTiG).
9. Eigene Bilder (Station 69, MHH), schriftl. Einwilligung liegt vor.
10. Norman M, Padkaer Petersen J, Stensvold HJ, et al. Preterm birth in the Nordic countries-Capacity, management and outcome in neonatal care. Acta Paediatr. 2023;112(7):1422-1433.
11. Humberg A, Härtel C, Rausch TK, et al. Active perinatal care of preterm infants in the German Neonatal Network. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed. 2020;105(2):190-195.
12. Eigene Bilder (Station 69, MHH), schriftl. Einwilligung liegt vor.
13. KI-generiert: OpenAI. (2026), ChatGPT.
14. Humberg A, Fortmann I, Siller B, et al.; German Neonatal Network, German Center for Lung Research and Priming Immunity at the beginning of life (PRIMAL) Consortium. Preterm birth and sustained inflammation: consequences for the neonate. Semin Immunopathol. 2020 Aug;42(4):451-468. PMID: 32661735.
15. Härtel C, Faust K, Fortmann I, et al. Sepsis related mortality of extremely low gestational age newborns after the introduction of colonization screening for multi-drug resistant organisms. Antimicrob Resist Infect Control. 2020 Aug 26;9(1):144.
16. Boghossian NS, Page GP, Bell EF, et al.; Eunice Kennedy Shriver National Institute of Child Health and Human Development Neonatal Research Network. Late-onset sepsis in very low birth weight infants from singleton and multiple-gestation births. J Pediatr. 2013 Jun;162(6):1120-4, 1124.e1. PMID: 23324523.
17. Flannery DD, Edwards EM, Coggins SA, Horbar JD, Puopolo KM. Late-Onset Sepsis Among Very Preterm Infants. Pediatrics. 2022 Dec 1;150(6). Video Abstract DOI: 10.1542/6312701839112.
18. Healy DB, Ryan CA, Ross RP, Stanton C, Dempsey EM. Clinical implications of preterm infant gut microbiome development. Nat Microbiol. 2022;7(1):22-33.
19. Carl MA, Ndao IM, Springman AC, et al. Sepsis from the gut: the enteric habitat of bacteria that cause late-onset neonatal bloodstream infections. Clin Infect Dis. 2014;58(9):1211-1218.
20. Marissen J, Gomez de Agüero M, Chandorkar P, et al. The Delicate Skin of Preterm Infants: Barrier Function, Immune-Microbiome Interaction, and Clinical Implications. Neonatology. 2023;120(3):295-307.6

# Literatur-/Abbildungsverzeichnis


21. Bokulich NA, Mills DA, Underwood MA. Surface microbes in the neonatal intensive care unit: changes with routine cleaning and over time. J Clin Microbiol. 2013;51(8):2617-2624.
22. Hewitt KM, Mannino FL, Gonzalez A, et al. Bacterial diversity in two Neonatal Intensive Care Units (NICUs). PLoS One. 2013;8(1):e54703.
23. Kerwat K, Wulf H. Nosokomiale Infektionen – Welche Rolle spielt der Arzt? Lege artis - Das Magazin zur ärztlichen Weiterbildung. 2012;2(1):34-39.
24. Christoff AP, Sereia AFR, Cruz GNF et al. One year cross-sectional study in adult and neonatal intensive care units reveals the bacterial and antimicrobial resistance genes profiles in patients and hospital surfaces. PLoS One. 2020 Jun 3;15(6).
25. © Alexander Raths; https://www.still-lexikon.de/warum-stillen-so-wichtig-ist/
26. © Carolin Korth/ MHH.
27. KRINKO. Prävention von Gefäßkatheter-assoziierten Infektionen bei Früh- und Neugeborenen: Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut. Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz. 2018;61(5):608-626.
28. KRINKO. Empfehlung zur Prävention nosokomialer Infektionen bei neonatologischen Intensivpflegepatienten mit einem Geburtsgewicht unter 1500 g. Mitteilung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut. Bundesgesundheitsbl - Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz. 2007;50:1265–1303. 22.
29. KRINKO. Ergänzende Empfehlung (2011) zur „Prävention nosokomialer Infektionen bei neonatologischen Intensivpflegepatienten mit einem Geburtsgewicht unter 1.500 g“ (2007). Epidem Bull 2012;2:13-15.
30. KRINKO. Praktische Umsetzung sowie krankenhaushygienische und infektionspräventive Konsequenzen des mikrobiellen Kolonisationsscreenings bei intensivmedizinisch behandelten Früh- und Neugeborenen. Ergänzende Empfehlung der KRINKO beim Robert Koch-Institut, Berlin, zur Implementierung der Empfehlungen zur Prävention nosokomialer Infektionen bei neonatologischen Intensivpflegepatienten mit einem Geburtsgewicht unter 1.500 g aus dem Jahr 2007 und 2012. Epidem Bull. 2013;42:421-433.
31. Krämer IG, R.; Gille, C.; Härtel, C. et al. Management der parenteralen Arzneimitteltherapie auf neonatologischen Intensivstationen – Positionspapier einer interdisziplinären Arbeitsgruppe. HygMed. 2022;47(6):118-128.
32. NRZ. Nationales Referenzzentrum für Surveillance von nosokomialen Infketionen. Modul NEO-KISS. Referenzdaten Berechnungszeitraum: Januar 2021 bis Dezember 2025. Erstellungsdatum: 23. Februar 2026.
33. Kramer TS, Salm F, Schwab F, Geffers C, Behnke M, Gastmeier P, Piening B. Reduction of antibacterial use in patients with very low birth weight on German NICUs after implementation of a mandatory surveillance system. A longitudinal study with national data from 2013 to 2019. J Infect. 2022 Jul;85(1):8-16.
34. Böhne C, Chhatwal P, Peter C, et al. Detection of Serratia marcescens in neonatal intensive care units requires a rapid and comprehensive infection control response starting with the very first case. *GMS Hyg Infect Control.* 2021;16:Doc12.
35. Neodat 5, Version 5.2604.14.
36. Böhne C, Baier C, Erdmann J, Ebadi E, Zirkler C, Lindenberg M, Schlüter D, Pirr S, Peter C, Bohnhorst B, Knegendorf L. Prospective genomic and epidemiologic surveillance of Klebsiella pneumoniae in a tertiary NICU. Antimicrob Resist Infect Control. 2026 Apr 27;15(1):64.
37. Schwab F, Gastmeier P, Hoffmann P, Meyer E. Summer, sun and sepsis-The influence of outside temperature on nosocomial bloodstream infections: A cohort study and review of the literature. PLoS One. 2020 Jun 19;15(6).
38. www.mobilesport.ch