



Infektionsprävention in der Neonatologie

ANISS/ASDI 11.12.2025

PD Dr. med. Cihan Papan, MME
Institut für Hygiene und Public Health

Disclaimer

Ich habe keine Interessenkonflikte.

Agenda



Propädeutik



Epidemiologie & Praxis



Evidenz & Leitlinien



Infektionsquellen und
kognitive Verzerrungen



Propädeutik & Rationale

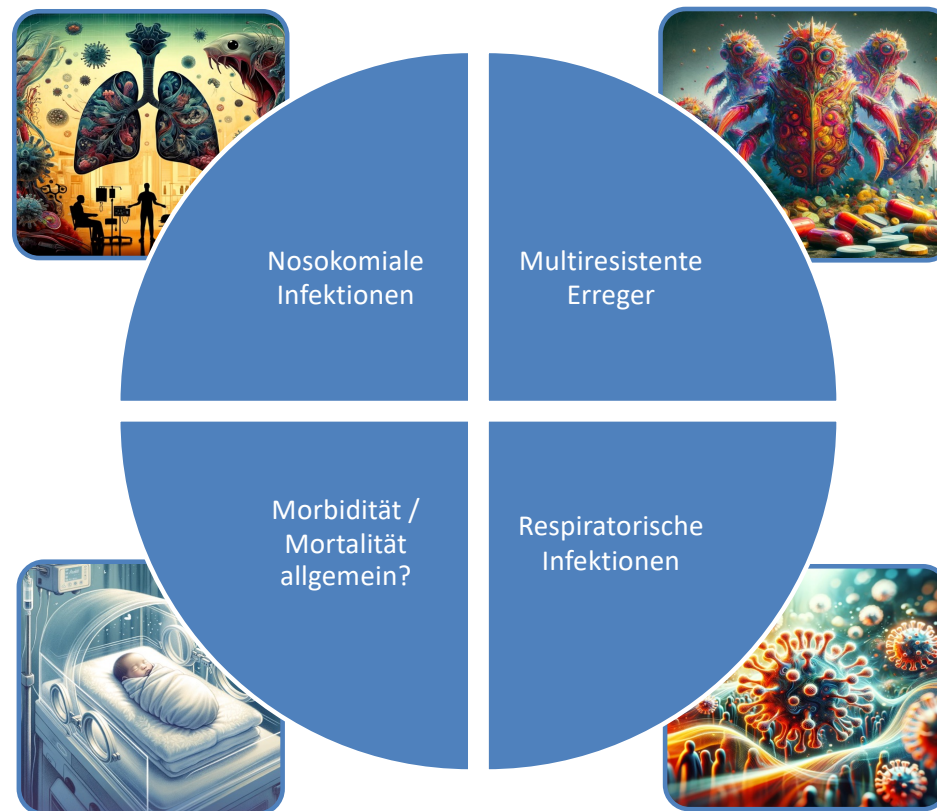
Besondere Patient*innen, besondere Situation, besonderer Bedarf

- » Patient*in
 - » Immunität
 - » Hautbarriere
 - » Compliance
- » Situation/Bedingungen
 - » Beengte(re) Verhältnisse
 - » Einbezug von (mehreren) Versorger*innen
 - » Anderes (Umgebungs-)Mikrobiom
- » Bedarf
 - » Hoher Bedarf an sehr körpernaher Versorgung (bei geringerem Ekelfaktor)
 - » Hohe Deviceanwendungsdichte
 - » Lange Liegezeiten

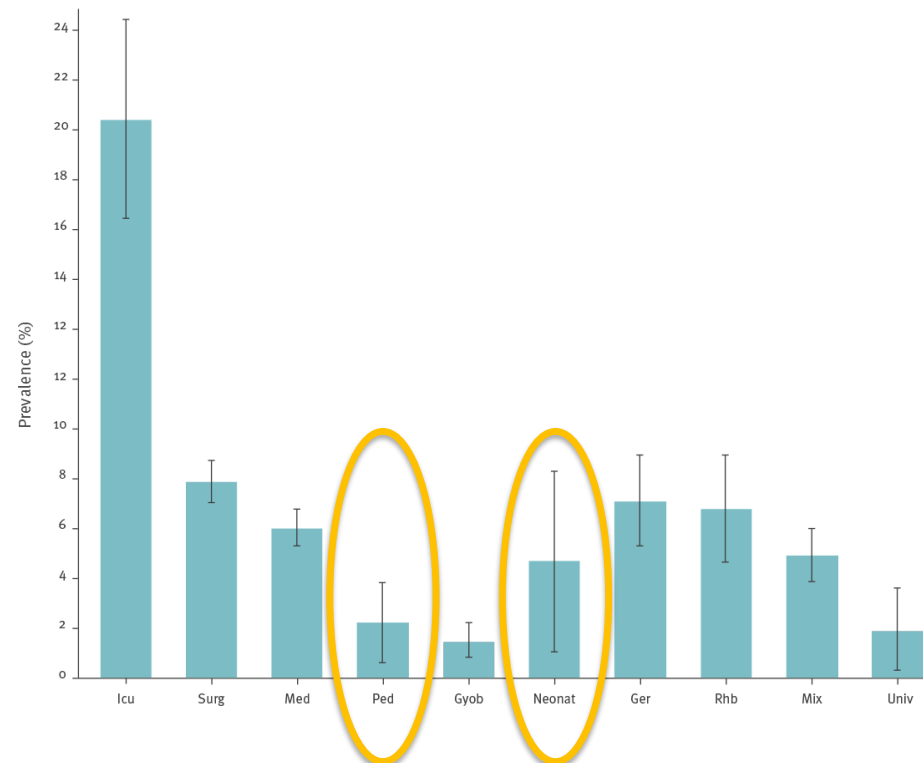




Epidemiologie & Praxis



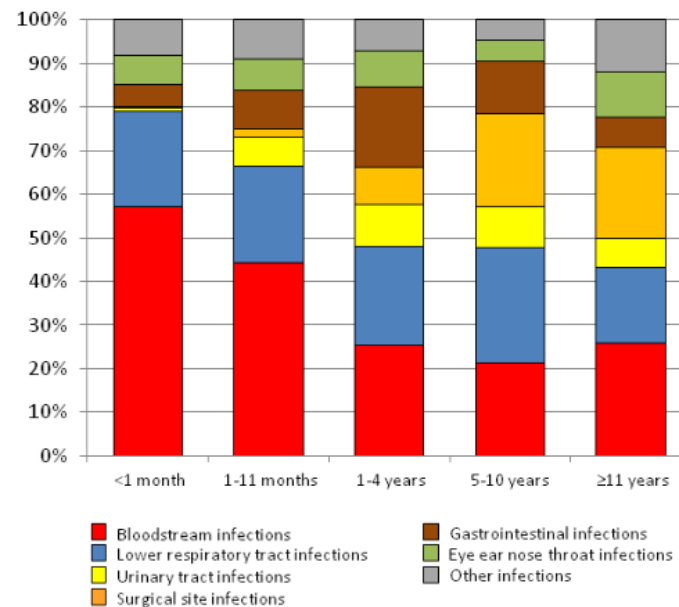
Nosokomiale Infektionen in Neonatologie – ein Problem?



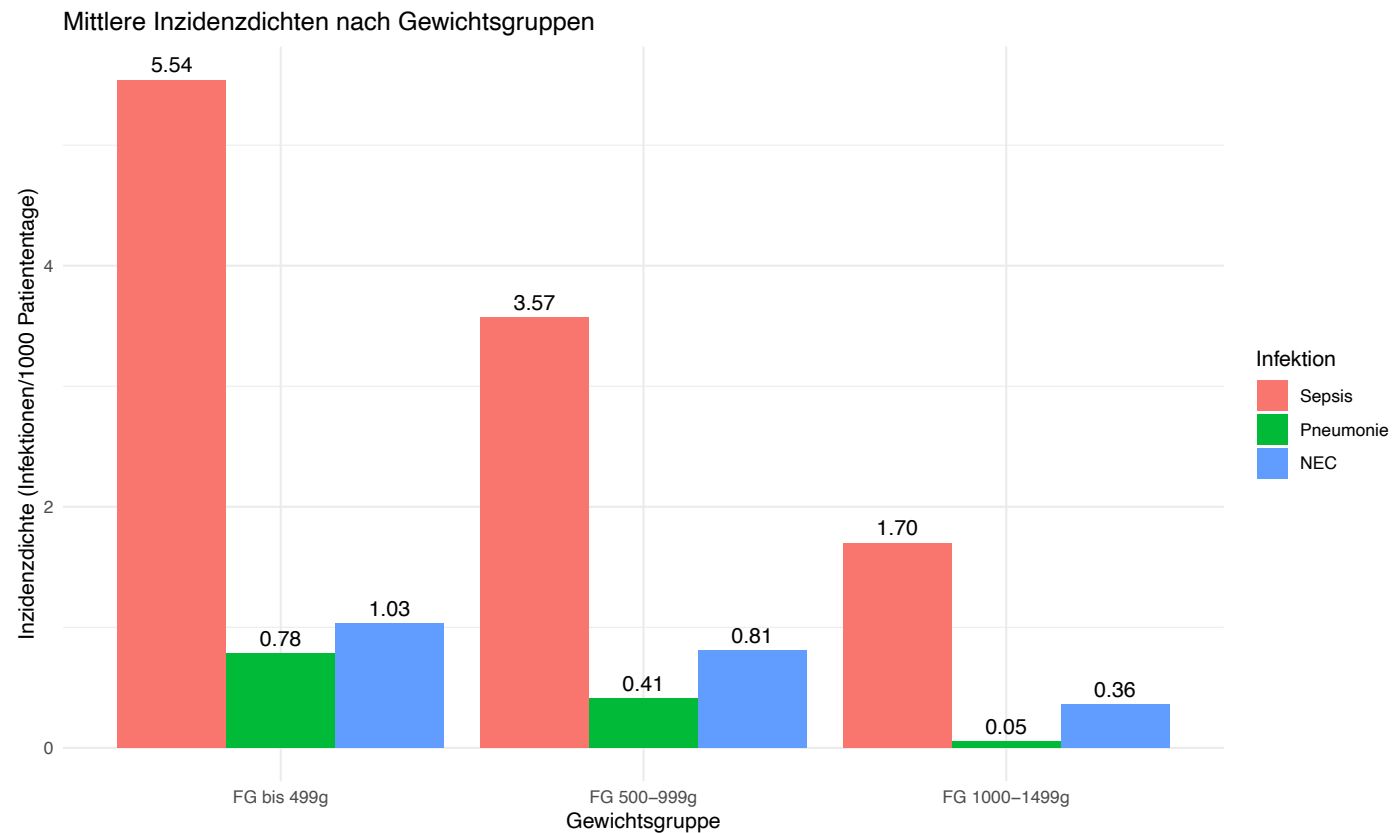
Nosokomiale Infektionen in Neonatologie – ein Problem?



Figure 2. Distribution of healthcare-associated infections in children, by age group – Paediatric data, standard protocol, ECDC point prevalence survey 2011-2012



Modul NEO-KISS, Zeitraum 2020–2024



Was ist mit der Krankheitslast?

Neonatale Sepsis: seltener als bei Erwachsenen, aber substantielle DALYs

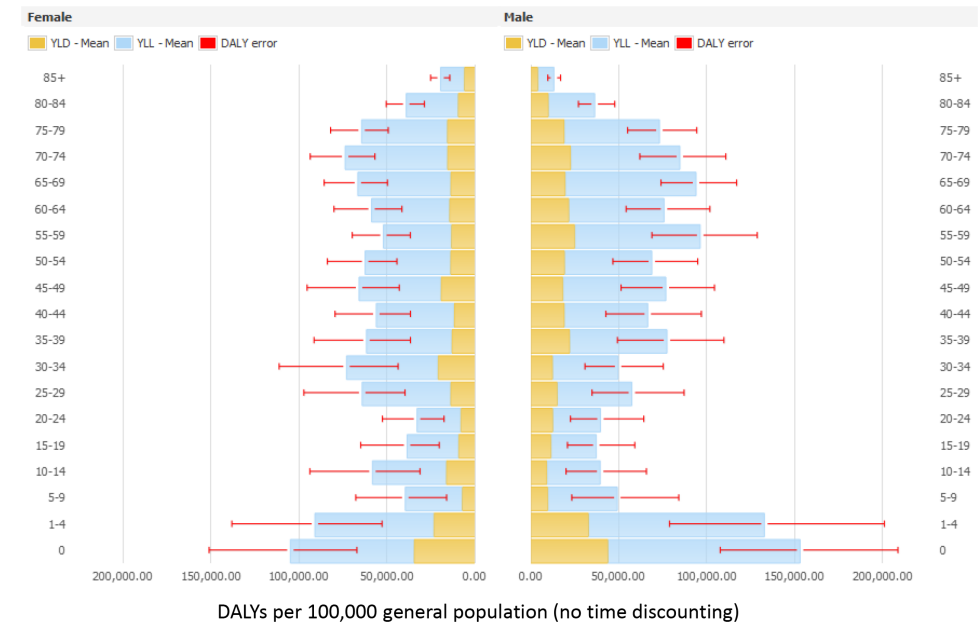
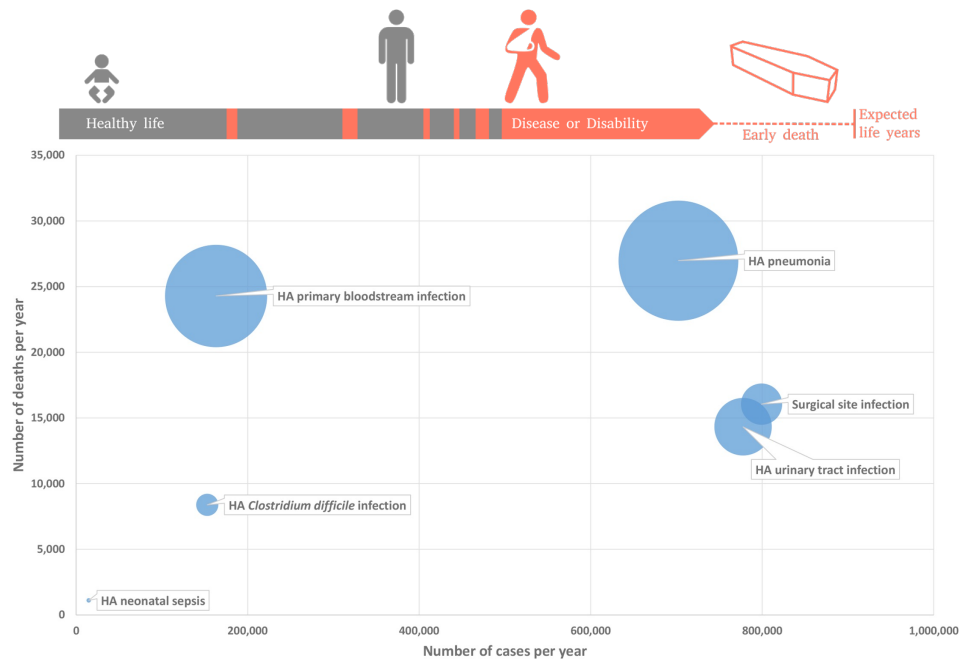


DALY

Disability Adjusted Life Year is a measure of overall disease burden, expressed as the cumulative number of years lost due to ill-health, disability or early death

$$= \text{YLD} + \text{YLL}$$

Years Lived with Disability + Years of Life Lost



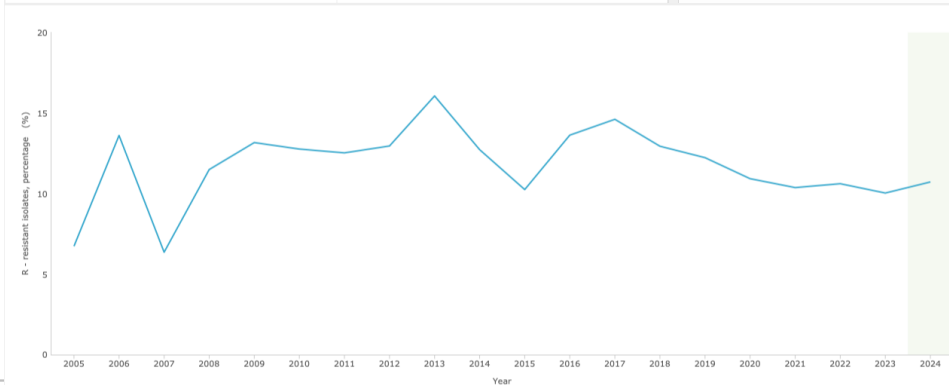
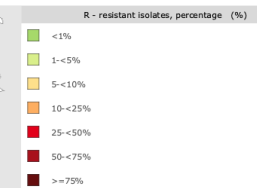
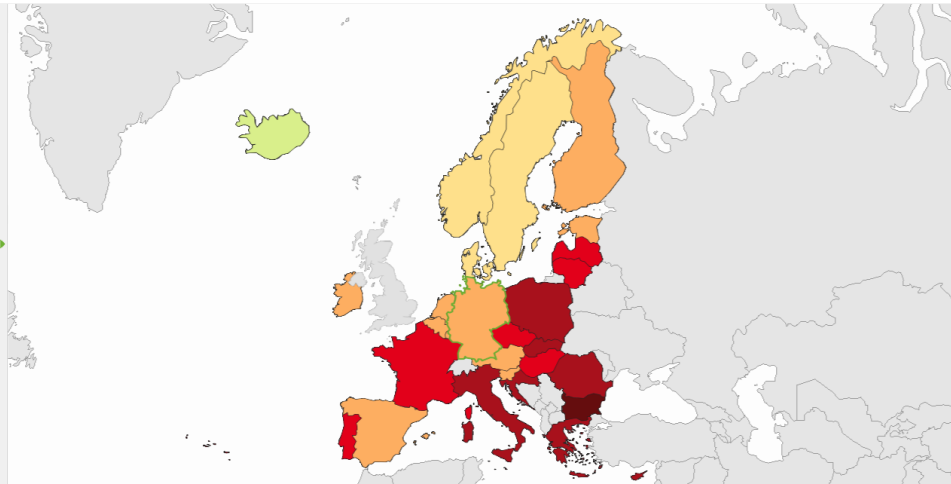
Epidemiologie – MRE, *K. pneumoniae*, 3GCR



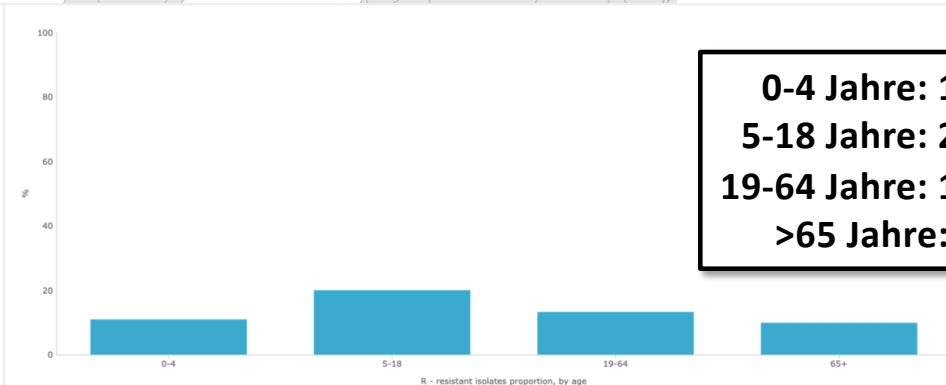
Surveillance Atlas of Infectious Diseases

Antimicrobial resistance Klebsiella pneumoniae Third-generation cephalosporins R - resistant isolates, percentage 2024

Region	R - resistant isolates, percentage (%)
Austria	14.6
Belgium	21.0
Bulgaria	84.3
Croatia	62.4
Cyprus	68.1
Czechia	44.1
Denmark	5.9
Estonia	14.3
Finland	10.8
France	27.1
Germany	10.7
Greece	70.1
Hungary	39.8
Iceland	4.9
Ireland	15.0
Italy	52.9
Latvia	47.3
Liechtenstein	-
Lithuania	47.7
Luxembourg	20.0
Malta	27.8
Netherlands	12.9
Norway	7.0
Poland	60.6
Portugal	46.3
Romania	67.0

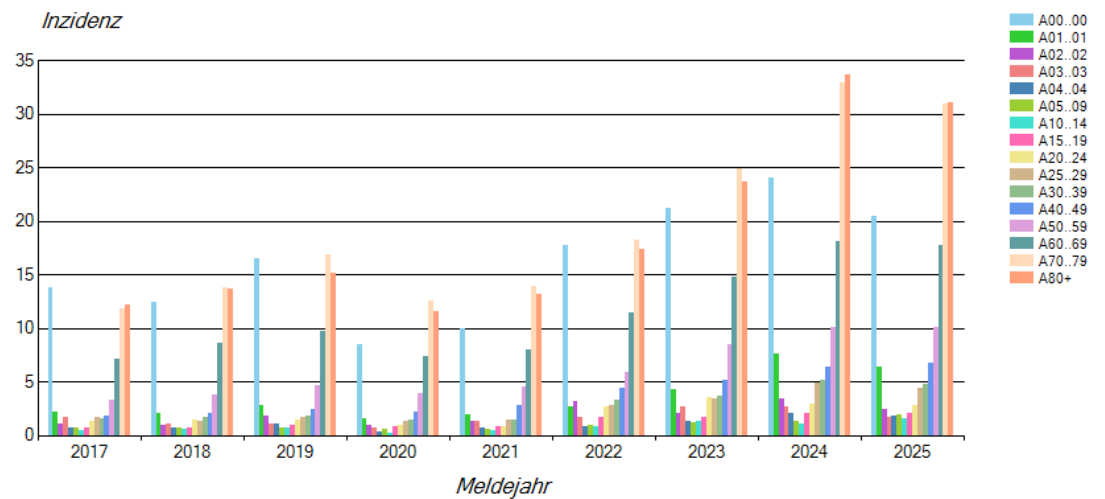
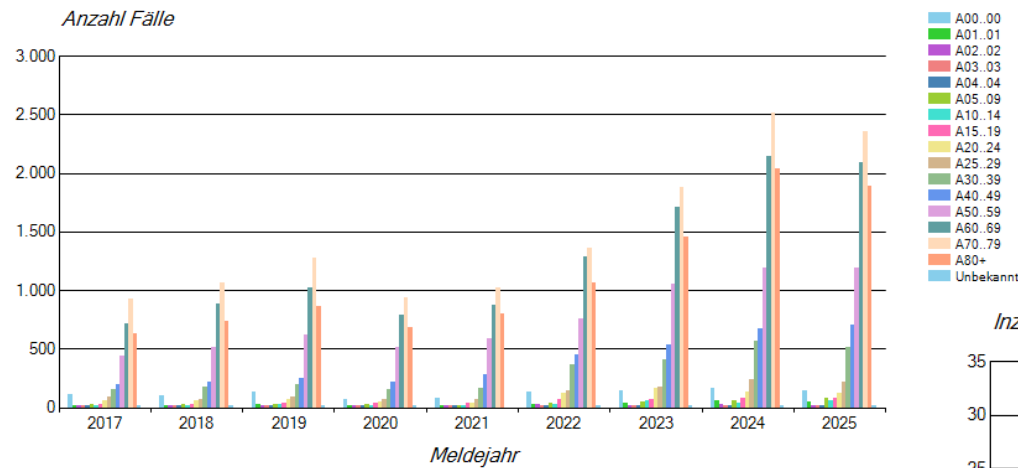


Germany

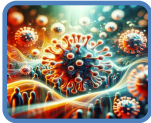


0-4 Jahre: 10,9%
5-18 Jahre: 20,0%
19-64 Jahre: 13,2%
>65 Jahre: 9,9%

Robert Koch-Institut, Anstieg der 4MRGN *Enterobacterales* Kolonisation/Infektion



Prospektive Surveillancestudie aus Spanien¹



- » 147 FG, <32 SSW, Aufnahme auf NICU innerhalb von 72h
- » Mind. 1 Virus in 38%
- » Pos. Ergebnis signifikant häufiger bei: respiratorischer Symptomatik, BPD, O2-Bedarf
- » Am häufigsten: HRV, AdV >> CoV, RSV, hMPV, Boca
- » z.T. langes shedding, HRV Median 14d (2-43), AdV 10d (3-30)

Kohortenstudie aus Montreal und New York²

- » Retrospektive Analyse nosokomial erworbener respiratorischer Virusinfektionen, 3-Jahres-Zeitraum, Kinderklinik
- » Am häufigsten auf NICUs: HRV >> hMPV, PIV, RSV
- » Stationen mit <50% Einzelzimmer mit 1.33-fach hoher Rate (95% CI 1.29–1.37)
- » Aber: NICU insgesamt mit niedrigster Rate von 0.6 (0.44–0.82) [Kinderonko 1.61; PICU 1.54]
- » NB: keine der NICUs mit Einzelzimmer

¹Sánchez-García et al. BMJ Paediatr Open. 2020 Sep 22;4(1):e000661. doi: 10.1136/bmjpo-2020-000661.

²Quach et al. J Pediatric Infect Dis Soc. 2018 Feb 19;7(1):18-24. doi: 10.1093/jpids/piw072.



Isolationsmanagement

Rationale und Evidenz

Das Raumdesign im Wandel

Von open bay units zu Einzel-/Familienzimmern

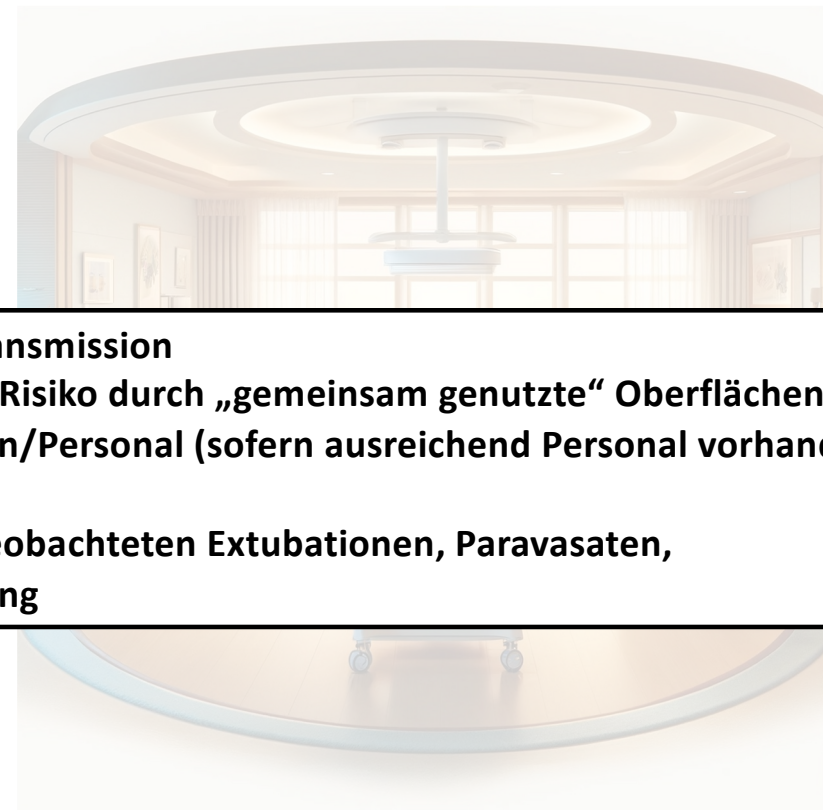


Mögliche Vor- und Nachteile



Weniger Pat.-zu-Pat. Transmission
Weniger Transmissions-Risiko durch „gemeinsam genutzte“ Oberflächen
Weniger Stress für Eltern/Personal (sofern ausreichend Personal vorhanden!)

Größere Sorge vor unbeobachteten Extubationen, Paravasaten, Zustandsverschlechterung



Images created with GPT-4.0 & DALL·E

Walsh et al. Adv Neonatal Care. 2006 Oct;6(5):261-70. doi: 10.1016/j.adnc.2006.06.002.

Cone et al. Newborn and Infant Nursing Reviews 2010;10(2):97-103. doi: 10.1053/j.nainr.2010.03.002



ukb universitäts
klinikum bonn

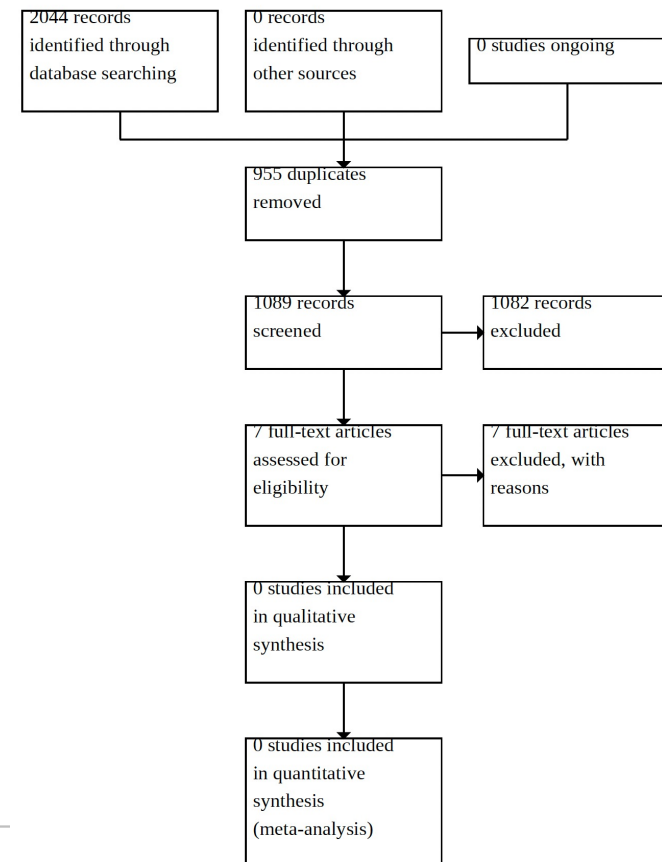


Evidenz & Leitlinien

Isolation/Kohortierung zur Verhinderung von nosokomialen Infektionen/Übertragungen



- » **Population:** Neonaten und Säuglingen < 6 LM
- » **Intervention:** Einzelzimmer-Isolation oder Kohortierung
- » **Control:** Routinemaßnahmen (Subgruppe: Isolation vs. Kohortierung)
- » **Outcome:** Verhinderung von nosokomialen Infektionen oder Kolonisation mit nosokomialen Infektionserregern
- » **Studiendesigns:** (cluster-)randomisierte Studien, quasi-randomisierte Studien, crossover-Studien
- » 1089 Treffer, 7 Studien gesichtet, keine Studie eingeschlossen



Keine Assoziation von Transition auf Einzelzimmer mit Rate an nosokomialen Infektionen (NI)

- » Niederlande, Vorher-Nachher-Studie (2015-`17 vs. `17-`19)
- » Vorher: 3 open-bay units (OBU) mit jeweils 7-9 Betten
- » Nachher: 16 single-room units (SRU), 4 Zwillingszimmer
- » Population: FG <32 SSW
- » Baseline Charakteristika vergleichbar (OBU etwas mehr zentrale Katheter)
- » NI Inzidenzdichte vergleichbar, OBU 13,7/1000 PT vs. SRU 12,6/1000 PT (n.s.)
- » CLABSI Rate etwas geringer in SRU (14 vs. 10,6; p=0,5)
- » In multivariater Regression Stationsdesign ohne Effekt auf NI-Rate, aber dafür der Variablen Beatmungsdauer



Effekte auf Mikrobiom-Diversität, Rate an nosokomialen / ESBL-bildenden Enterobacterales



- » Unkontrollierte Vorher-Nachher-Studie, Estland
- » 64 Neonaten <34 SSW inkl. Elternteile
- » Vorher: Aufnahme in Open-Bay-Unit mit späterer Verlegung in Einzelzimmer (falls verfügbar), Muttermilch (MuMi) innerhalb 24h, Haut-zu-Haut Kontakt innerhalb 5d
- » Nachher: Einzelzimmer innerhalb 48h, MuMi innerhalb 2h, Haut-zu-Haut-Kontakt innerhalb 48h
- » Mehr Haut-zu-Haut-Kontakt in erster Lebenswoche (median 4.8 h/Tag (4–5.1) vs 1.9 (1.4–2.6), $p < 0.001$) und höhere Rate an MuMi-ernährten Kindern (median (IQR) 97.8% (95.1–100) vs 95.1% (87.2–97.4), $p = 0.011$)
- » Höhere Diversität und geringere Rate an nosokomialen Stämmen (um 33.1% geringer (95% CI 24.4% – 42.4%))

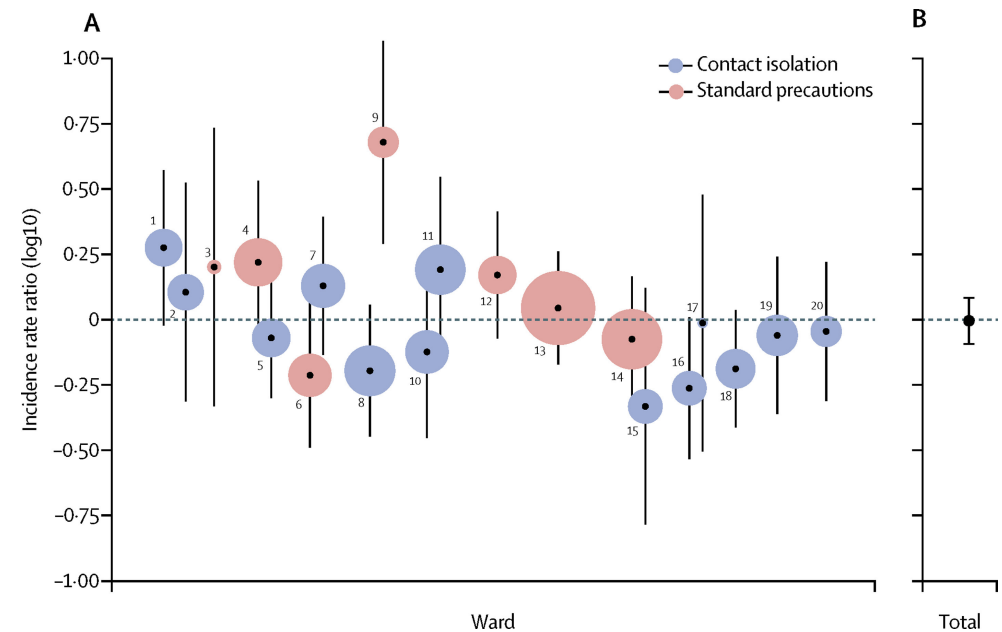
Einfluss eines Wechsels von open bay units auf Einzelzimmer bezüglich MRE Transmission



- » Retrospektive Vorher-Nachher-Studie (2015-2017 vs. 2018-2020)
- » Niederlande
- » Vorher: 1 Cluster mit 20 betroffenen Neonaten
- » Nachher: 4 Cluster, insg. 29 betroffene Neonaten, alle mit epidemiologischem Link
- » → Wechsel zu Einzelzimmer nicht mit MRE Rückgang assoziiert
- » Limitationen: availability bias, Effekt von Zwillingen, Fehlen von Umgebungsuntersuchungen/Screenings der Eltern

Evidenz aus der Erwachsenenmedizin

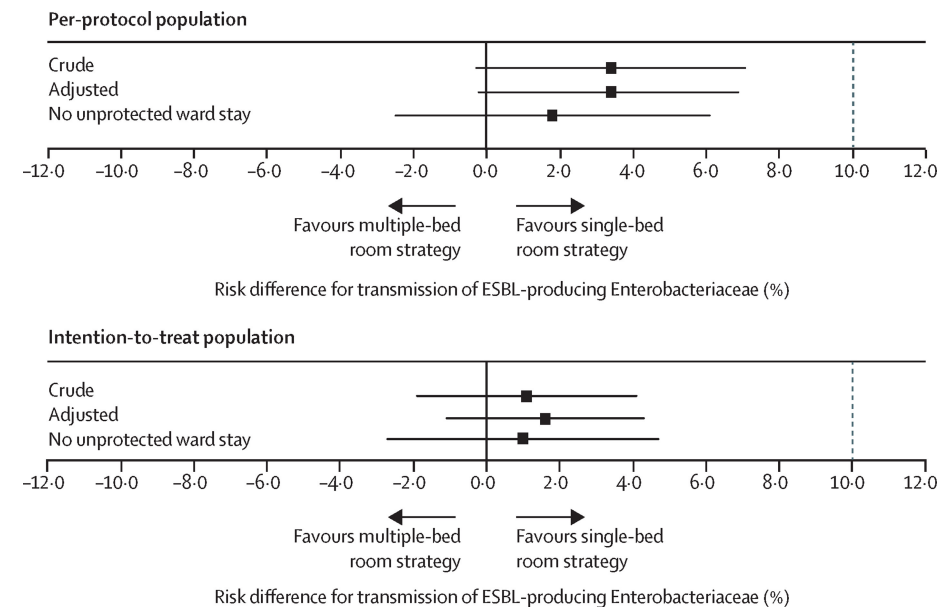
- » Cluster-randomisierte crossover Studie aus D, NL, CH, E
- » 12 Monate Standardmaßnahmen, 1 Monat Washout, 12 Monate Kontaktisolation (inkl. Einzelzimmer)
- » 20 Normalstationen, insgesamt 11.368 Pat., die 2x auf ESBL-Bildner gescreent wurden
- » Inzidenzdichte vergleichbar zwischen den Perioden, Interventionsarm **6,0/1000 PT (95% CI 5,4-6,7)** vs. Kontrollarm **6,1/1000 (5,5-6,7)**
- » Multivariate Analyse, unter Adjustierung für Hospitalisierungsdauer, Anteil der gescreenten Patienten und initialer Prävalenz, IRR im Interventionsarm **0,99 (95% CI 0,8-1,22)** im Vergleich mit Kontrolle
- » Limitationen: Median 4 Tage Turnaround Time; Einzelzimmer nur in 47% der Zeit im Interventionsarm



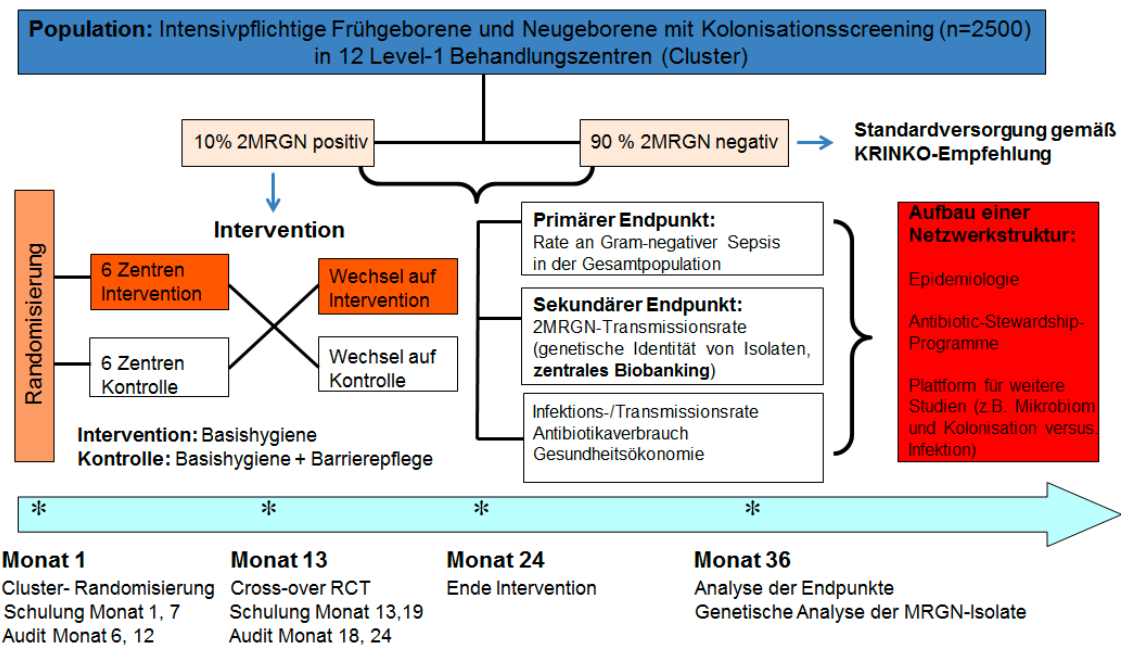
Evidenz aus der Erwachsenenmedizin für Transmission von ESBL-Enterobacterales



- » Cluster-randomisierte crossover, Nichtunterlegenheits-Studie aus NL
- » Nichtunterlegenheits-Marge 10%
- » Einzelzimmer mit Barrieremaßnahmen vs. Mehrbettzimmer mit Barrieremaßnahmen
- » 16 Kliniken, insgesamt 693 Index-Pat., 9.527 Mitpatienten
- » Transmission zu mindestens einem Mitpatienten vergleichbar zwischen den Perioden, Interventionsarm **4% vs. Kontrollarm 7% (Unterschied 3,4%, 90% CI -0,3 – 7,1)**
- » Limitationen: u.a. Zeitverzögerung bis Screening der Mitpatienten, z.T. Inadhärenz



Barrier protection to lower transmission and infection rates with Gram-negative bacteria in preterm children



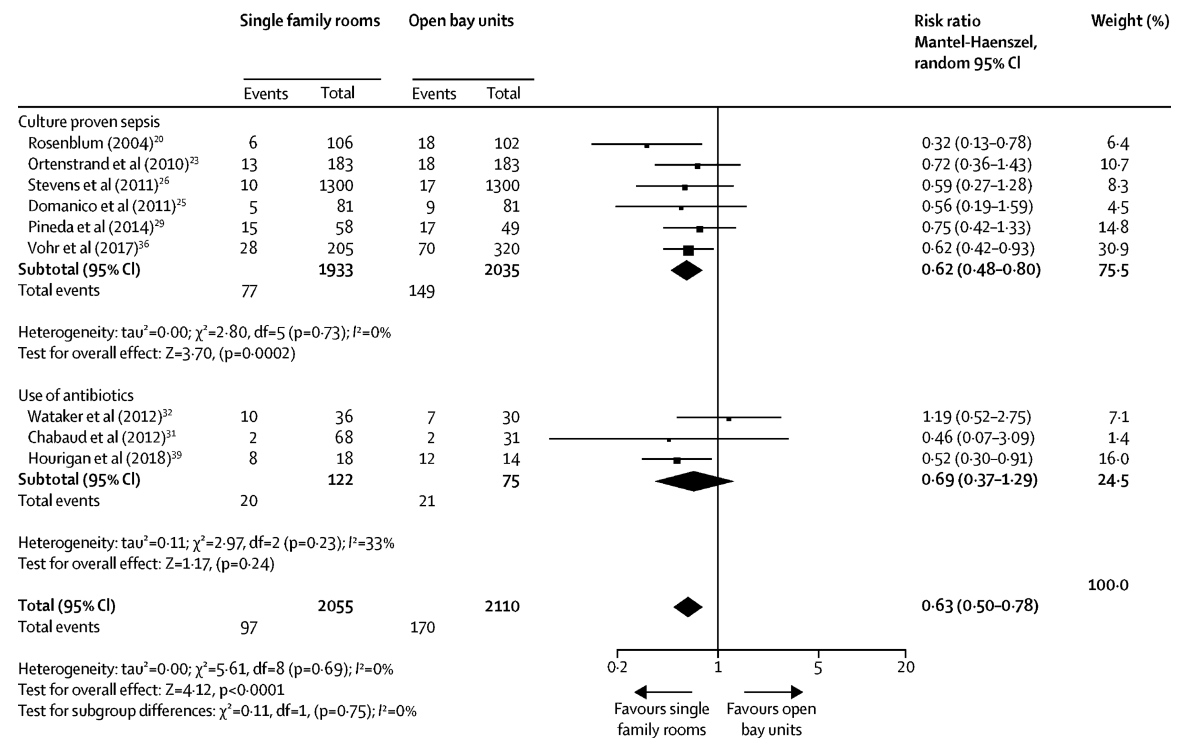
Die Studienqualität wird gewährleistet durch regelmäßige Schulung und Audits zur Compliance von Intervention/Kontrolle, Monitoring vor, während und nach Beendigung der Intervention, unmittelbare Berichterstattung für unerwünschte Ereignisse und Evaluation der Zwischenberichte durch das Data Safety Monitoring Board.

Der Trend zum Einzel-(Familien)Zimmer

Kein Effekt auf neurologisches Langzeit-Outcome, aber weniger Sepsis



- » Meta-Analyse, 13 Studien (n=4793)
- » Kein Unterschied im Bayley-III bei 18–24 Monaten (β 1.04 [95% CI -3.45 to 5.52], $p=0.65$; $I^2=42\%$)
- » Sepsis Inzidenz niedriger (risk ratio 0.63 [95% CI 0.50 to 0.78], $p<0.0001$; $I^2=0\%$)
- » Höhere Rate an ausschließlich gestillten Kindern bei Entlassung (β 1.31 [1.07 to 1.61], $p=0.01$; $I^2=0\%$)
- » Kein Unterschied in Liegedauer, Wachstum, BPD, IVH, ROP, Sterblichkeit



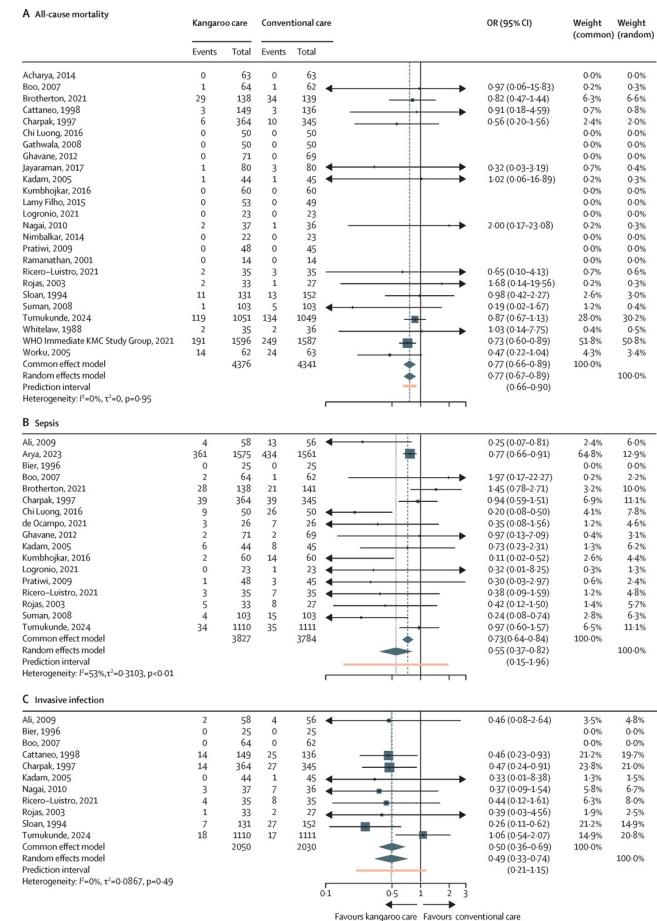
Indirekte Effekte



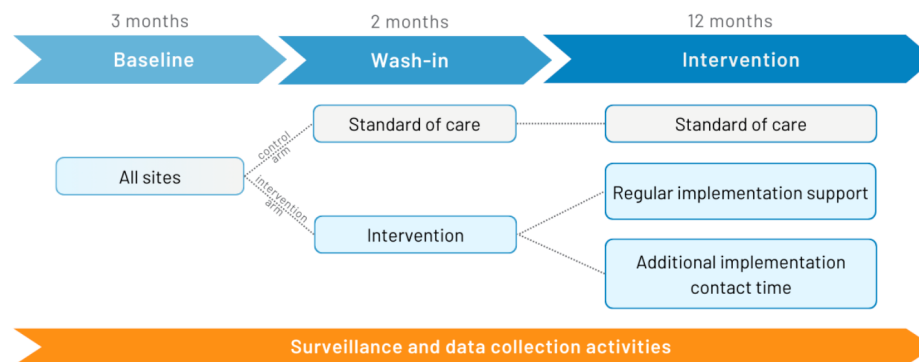
- » Meta-Analyse, 11 Studien (1.850 FG, 1.549 Mütter und 379 Väter)
- » Zumeist hohes risk of bias
- » Familienzimmer assoziiert mit hoher elterlicher Präsenz, Involvierung in Pflege, Haut-zu-Haut Kontakt
- » Niedrigere Stresslevels (SMD-0.30, 95%CI -0.50;-0.09, $p < 0.004$, $I^2 = 46\%$), v.a. NICU-bezogener Stress (SMD-0.42, 95%CI -0.61;-0.23, $p < 0.0001$, $I^2 = 0\%$).
- » Mehr Empowerment, familienzentrierte Pflege, Zufriedenheit.
- » Keine Unterschiede bezüglich elterliche Angst, Bonding, Selbstwirksamkeit.
- » Hohe Rate an Depression in beiden Armen (bis 29%).

Protective Effekte bezüglich Sterblichkeit, Infektionen

- » Meta-Analyse, 29 Studien (n=17 513)
- » Überwiegend LMIC, Studienqualität moderat bis hoch
- » Reduktion von Gesamt-Sterblichkeit (pooled OR 0.77 [95% CI 0.67-0.89]; $I^2=0\%$)
- » Sepsis seltener (OR 0.55 [95% CI 0.37-0.82]; $I^2=53\%$)
- » Invasive Infektionen seltener (OR 0.49 [95% CI 0.33-0.74]; $I^2=0\%$)
- » Seltener Hypothermie, seltener Apnoen



Laufendes Studienvorhaben: NeoDeco, eine cluster-randomisierte kontrollierte Studie zur Untersuchung des Einflusses von optimiertem Kangaroo care auf schwere neonatale Infektionen, Sepsis und MRE Kolonisation

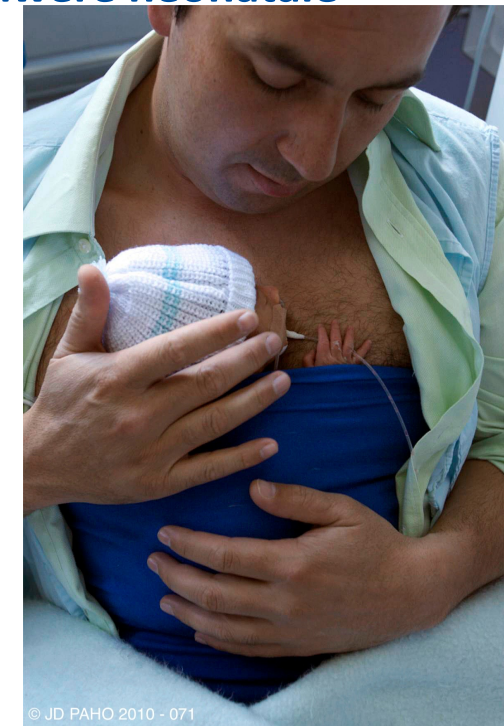


Throughout the intervention period, sites in the intervention arm will:

- Apply *optimised* kangaroo care to all high-risk newborns for whom it's clinically suitable
- Receive tailored support for the implementation of *optimised* kangaroo care, aimed at overcoming obstacles to effective implementation

Sites in the control arm will:

- Continue to apply standard kangaroo care, consistent with their current practices in the NICU
- Not receive any form of implementation support



Isolation/Kohorting/Barrieremaßnahmen als etabliertes Tool gegen Transmissionen^{1,2}

Infection Control & Hospital Epidemiology (2023), 44, 1039–1067
doi:10.1017/ice.2023.102



Essential practices		SHEA/IDSA/APIC Practice Recommendation
1	Implement a MRSA monitoring program. (Quality of evidence: LOW)	SHEA/IDSA/APIC Practice Recommendation: Strategies to prevent methicillin-resistant <i>Staphylococcus aureus</i> transmission and infection in acute-care hospitals: 2022 Update
2	Conduct a MRSA risk assessment. (Quality of evidence: LOW)	
3	Promote compliance with the CDC or WHO hand hygiene recommendations. (Quality of evidence: MODERATE)	SHEA/IDSA/APIC Practice Recommendation: Strategies to prevent methicillin-resistant <i>Staphylococcus aureus</i> transmission and infection in acute-care hospitals: 2022 Update
4	Use contact precautions for MRSA-colonized and MRSA-infected patients. A facility that chooses or has already chosen to modify the use of contact precautions for some or all of these patients should conduct a MRSA-specific risk assessment to evaluate the facility for transmission risks and to assess the effectiveness of other MRSA risk mitigation strategies (eg, hand hygiene, cleaning and disinfection of the environment, single occupancy patient rooms), and establish a process for ongoing monitoring, oversight, and risk assessment. (Quality of evidence: MODERATE)	
5	Ensure cleaning and disinfection of equipment and the environment. (Quality of evidence: MODERATE)	
6	Implement a laboratory-based alert system that notifies HCP of new MRSA-colonized or MRSA-infected patients in a timely manner. (Quality of evidence: LOW)	
7	Implement an alert system that identifies readmitted or transferred MRSA-colonized or MRSA-infected patients. (Quality of evidence: LOW)	
8	Provide MRSA data and outcome measures to key stakeholders, including senior leadership, physicians, nursing staff, and others. (Quality of evidence: LOW)	
9	Educate healthcare personnel about MRSA. (Quality of evidence: LOW)	
10	Educate patients and families about MRSA. (Quality of evidence: LOW)	
11	Implement an antimicrobial stewardship program. (Quality of evidence: LOW)	

Barrieremaßnahmen reduzieren Transmissionsrisiko um bis zu 47%³

¹Popovich et al. Infect Control Hosp Epidemiol. 2023 Jul;44(7):1039-1067. doi: 10.1017/ice.2023.102.

²Akinboyo et al. Infect Control Hosp Epidemiol. 2020;41(11):1251-1257. doi:10.1017/ice.2020.51

³Khader et al. JAMA Netw Open. 2021 Mar 1;4(3):e210971. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2021.0971.

Practical approaches for the prevention of viral respiratory infections

» **Prävention von nosokomialen respiratorischen Virusinfektionen?**

- » Isolation und Handschuh-Kittel-Pflege sobald symptomatisch (unabhängig, ob Diagnostik veranlasst wird)
- » Kennzeichnung der Isolationspflichtigkeit in Kurve/am Bett/Zimmereingang
- » Idealerweise: Auditieren und direktes Anwenderfeedback bezgl. Hygienecompliance

» **Ideale Distanz zwischen Patient*innen?**

- » Mind. 1(-2) Meter

» **Wie lange isolieren?**

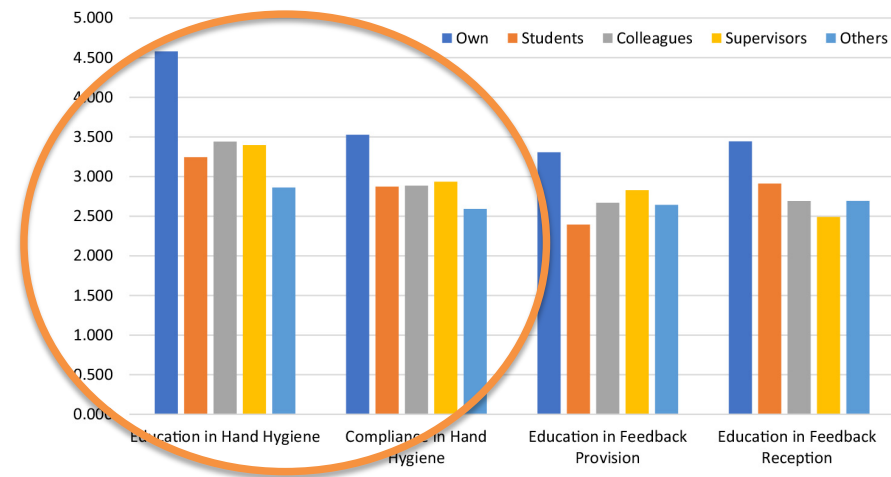
- » Bis zum Sistieren der Symptome/nicht-infektiöse Ursache/negative Diagnostik (ggf. wiederholt)
- » Unklar: Umgang mit asymptomatischen Trägern (Cave: nur im Ausbruch testen)



Infektionsquellen und kognitive Verzerrungen

Mögliche kognitive Verzerrungen und ihr Einfluss in der Krankenhaushygiene

- » Umfrage in Deutschland¹
- » Verschiedene Professionen (u.a. Ärztliches, pflegerisches Personal etc.)
- » N=767
- » Die meisten schätzen Ihre eigenen Fähigkeiten besser ein als die Ihrer Kolleg*innen
- » Qualitative Studie (Fokusgruppen) aus USA²
- » Verschiedene Professionen auf einer NICU
- » MSSA als geringeres Problem erachtet als MRSA
- » Wollen mehr Daten/Evidenz für Hygiene sehen
- » Hygiene-Maßnahmen meist als Bürde empfunden
- » Personal sieht Eltern als Hauptursache für Infektionen mit *S. aureus*



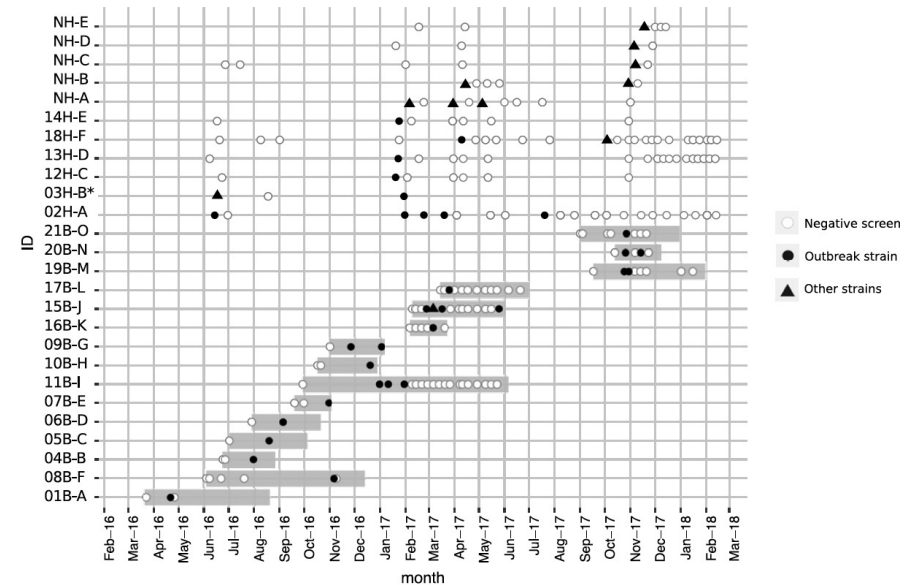
“Nobody’s making them (families) wash their hands as they leave, and then they go out in the hall, they touch the elevator, they go to the cafeteria, they touch the elevator coming back, you know then they go home to their kids. It’s just a revolving door then.”

¹Bushuven et al. Infect Control Hosp Epidemiol. 2019;40(8):943-946. doi:10.1017/ice.2019.156

²Partha et al. Infect Control Hosp Epidemiol. 2023;44(12):1953-1958. doi:10.1017/ice.2023.86

Kontrolle eines protrahierten MRSA-Ausbruchs durch Dekolonisierung des Personals

- » Irvine, Kalifornien, 45-Betten NICU
- » 15 NG, 6 Mitarbeitende
- » 12 Fälle in einem Jahr, im Mittel 30,7 Tage Abstand
- » 3 weitere Fälle 7 Monate später
- » Maßnahmenbündel: Barrieremaßnahmen, Kohortierung, Händehygiene-Monitoring, Umgebungsdesinfektion, Screening, Dekolonisation von Trägern
- » Initiale Quelle nicht identifiziert
- » **Ausbruch sistierte erst nach Dekolonisation vom Personal**
- » Mehrere Transmissionswege:
 - » Personal → NG
 - » NG → Personal
 - » Personal → Personal
 - » NG → NG (via Personal)



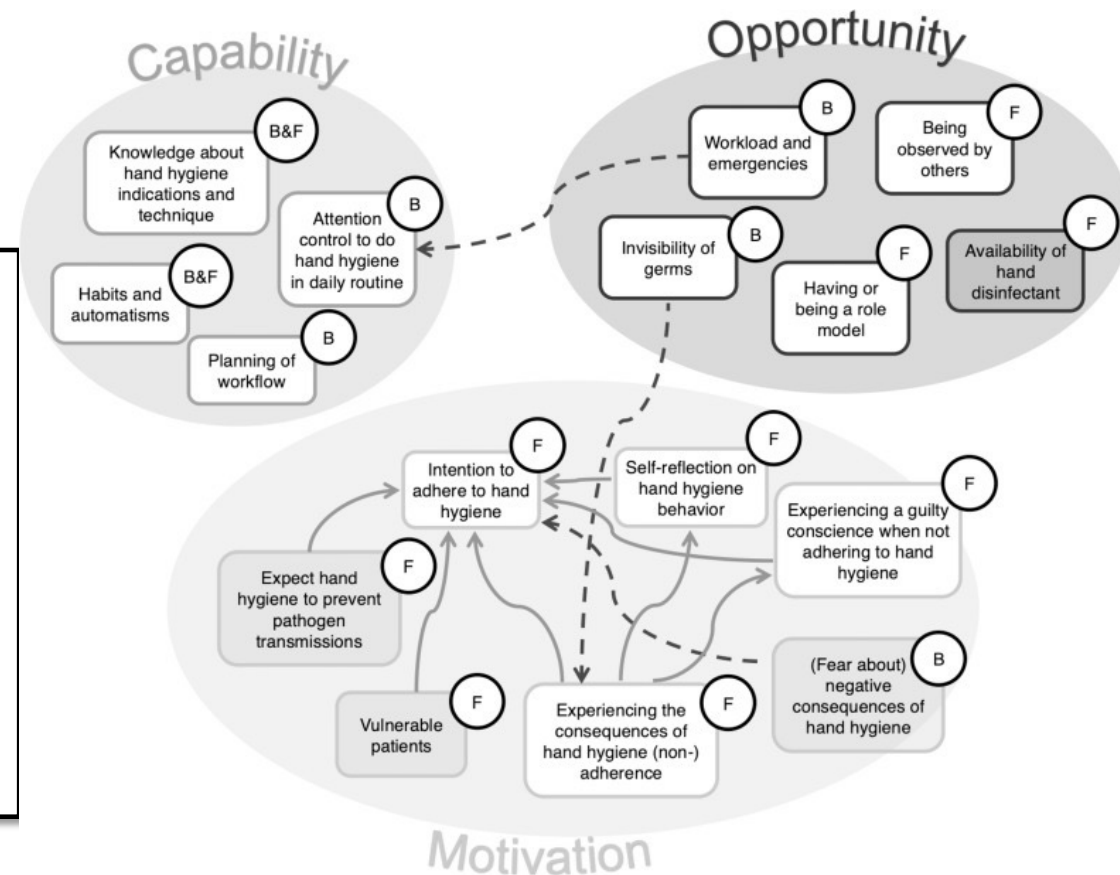
Was sind Barrieren, was sind Erleichterungen bzgl Händehygiene-Compliance

- » Interview-Studie aus der Schweiz¹
- » Verschiedene Professionen (Pflege, ärztlich, andere, Hyg.)

*"It could be that [hand hygiene has **disadvantages for me**]. (...)."*

*"[As a disadvantage ..., I can imagine] the **really cold hands**. The disinfectant cools the hands down. (...) and after disinfecting your hands, even when it [the disinfectant] has dried, you just have cool hands, and that is another factor that **affects the well-being of babies** who are really sensitive to everything,...."*

*"I think the only disadvantage ... is if I approach the children with hands still wet from disinfectant. They look puzzled, **inhale the fumes, and I feel like that could be harmful.**"*

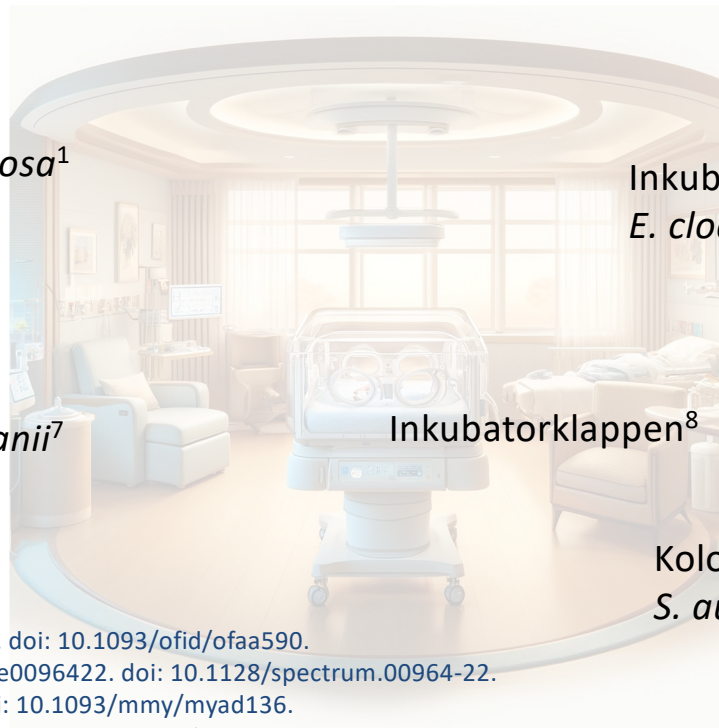


¹Bopp et al. Infect Control Hosp Epidemiol. 2025 May 16;46(7):1-9.
doi: 10.1017/ice.2025.82.Online ahead of print.

Auch im Einzelzimmer bestehen Infektionsrisiken – eine Auswahl

Abwasser-führende Systeme
u.a. *S. marcescens*, *P. aeruginosa*¹

Notfallwagen
C. glabrata, *A. baumannii*⁷



Inkubator
*E. cloacae complex*², *A. flavus*³

Beatmungsgerät
*B. cereus*⁴

Kolonisiertes Personal
*S. aureus*⁵, *S. gallolyticus*⁶

¹Volling et al. Open Forum Infect Dis. 2020 Dec 8;8(2):ofaa590. doi: 10.1093/ofid/ofaa590.

²Hernandez-Alonso et al. Microbiol Spectr. 2022 Aug 31;10(4):e0096422. doi: 10.1128/spectrum.00964-22.

³Mohammad et al. Med Mycol. 2024 Jan 9;62(1):myad136. doi: 10.1093/mmy/myad136.

⁴Tönnies et al. Antimicrob Resist Infect Control. 2024 Jan 7;13(1):1. doi:10.1186/s13756-023-01359-0.

⁵Madera et al. Infect Control Hosp Epidemiol. 2023 Jan;44(1):40-46. doi: 10.1017/ice.2022.48.

⁶Chang et al. J Microbiol Immunol Infect. 2023 Jun;56(3):605-611. doi: 10.1016/j.jmii.2023.02.004.

⁷Elkady et al. Eur J Pediatr. 2022 Feb;181(2):619-628. doi:10.1007/s00431-021-04241-6.

⁸Guedes et al. dv Neonatal Care. 2025 Dec 1;25(6):617-625. doi: 10.1097/ANC.0000000000001313. .

- » Neonatale Infektionen und MRE Kolonisation mit großer Rolle in der Neonatologie
- » Isolationsmanagement mit wenig Evidenz bezüglich MRE, nosokomiale Infektionen, weiterhin *best practice* für respiratorische Virusinfektionen, Übertragung von MRE
- » Möglicherweise indirekte Effekte durch Einzelzimmer (intensivere elterliche Involvierung, Bonding)
- » Protektive Effekte des Kangaroo care, aber unklar, in welcher Form
- » Kognitive Verzerrungen bedenken, andere Infektionsquellen (Umgebung, Personal) beachten
- » Understaffing / Overcrowding als chronische Einflussfaktoren
- » → Basics der Hygiene (v.a. Hände-Hygiene)



Vielen Dank

cihan.papan@ukbonn.de



@CihanPapan



@cihanpapan.bsky.social



ukb universitäts
klinikum bonn