

Ergebnisbericht

(gemäß Nr. 14.1 ANBest-IF)

Konsortialführung:	Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig
Förderkennzeichen:	01VSF19032
Akronym:	InnoBRI
Projekttitlel:	Optimierte Patientenversorgung durch innovative Baukonzepte zur Reduktion nosokomialer Infektionsübertragungen
Autoren:	W. Sunder, S. Scheithauer, A. Karch, A. Kuhlmann, N. Kucheryava, G. Hernández Mejía, A. Bartz, A. Bludau, P. Schreiner
Förderzeitraum:	1. April 2020 – 30. September 2023

Inhaltsverzeichnis

I.	Abkürzungsverzeichnis.....	2
II.	Abbildungsverzeichnis	3
III.	Tabellenverzeichnis.....	4
1.	Zusammenfassung	5
2.	Beteiligte Projektpartner	6
3.	Projektziele	7
4.	Projektdurchführung.....	9
5.	Methodik.....	11
6.	Projektergebnisse	33
7.	Diskussion der Projektergebnisse	49
8.	Verwendung der Ergebnisse nach Ende der Förderung.....	51
9.	Erfolgte bzw. geplante Veröffentlichungen.....	53
10.	Literaturverzeichnis	54
11.	Anhang	56
12.	Anlagen	56

I. Abkürzungsverzeichnis

ABM	Agentenbasierte Modelle
AS	Arbeitsschwerpunkt
AS	<i>Attention (non-urgent) Separation</i>
BKI	Bau-Kosten-Index
CDU	<i>Clinical Decision Unit</i>
CAVI	Computergestützte Videointerviews
cgMLST	<i>Core genome multilocus sequence typing</i>
EBA	<i>ED Base Area extension</i>
EBS	<i>ED Base Separation</i>
ESI	<i>Emergency Severity Index</i>
EG	Expertengremium
FP	<i>Flexible Partitions</i>
GEFMA	<i>German Facility Management Association</i>
HCW	<i>HealthCare worker</i>
HS	<i>Holding area non-urgent Separation</i>
HEADS	<i>Human Emission of Aerosol and Droplet Statistics</i>
IRR	<i>Incidence Rate Ratio</i>
IPC	Infektionsprävention und -kontrolle
IKE	Institut für Konstruktives Entwerfen, Industrie- und Gesundheitsbau
IK&I	Institut für Krankenhaushygiene und Infektiologie
ICU	<i>Intensiv Care Unit</i>
IMC	<i>Intermediate Care Unit</i>
IRD	Inzidenzratendifferenz
KEAK	Kosten-Effektivitäts-Akzeptanzkurven
KNA	Kosten-Nutzwert-Analyse
KISS	Krankenhaus-Infektions-Surveillance-System
KRINKO	Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention
MTS	<i>Manchester Triage System</i>
UMH	Universitätsmedizin Halle, Martin-Luther-Universität Halle Wittenberg
MCS	Monte-Carlo-Simulation
MLST	<i>Multilocus Sequence Type</i>
MRGN	Multiresistente gramnegative Bakterien
NI	Nosokomialen Infektionen
PE	<i>Patient room area Extension</i>
PS	<i>Patient room Separation</i>
QALY	<i>Quality Adjusted Life Year</i>
TUBS	Technische Universität Braunschweig
TP	<i>Transmission probability</i>
UM	Universitätsklinikum Münster, Universität Münster
UMG	Universitätsmedizin Göttingen, Georg-August-Universität Göttingen
VRE	Vancomycin-resistente Enterokokken
Vent	<i>Ventilation</i>
WGS	<i>Whole genome sequencing</i>
ZNA	Zentrale Notaufnahme

II. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Arbeitsschwerpunkte und Zusammenarbeit der beteiligten Konsortialpartner..	7
Abbildung 2: Base Case Layout Struktur Notaufnahme.....	12
Abbildung 3: Interventionen zu mehreren Behandlungsplätzen in einem Raum (Notaufnahme)	14
Abbildung 4: Separierung des großen Holdingsraums in zwei Einzelräume	14
Abbildung 5: ED Base Separation, ED Base Area extension.....	15
Abbildung 6: SEH Arnheim, Niederlande; Health Alliance of the Hudson Valley, Kingston NY, USA	15
Abbildung 7: Newark Wayne Community Hospital NY, USA; Klinikum Chemnitz, Deutschland	16
Abbildung 8: Modellflächen der Notaufnahme in Übereinstimmung mit den ausgewählten Stationsräumen in AS1 und den realen Architekturplänen	23
Abbildung 9: Zeitmanager des Modells	23
Abbildung 10: Übersicht über die Oberfläche des HEADS-Programms (Human Emission of Aerosol and Droplet Statistics).....	25
Abbildung 11: Mittlere Übertragungswahrscheinlichkeit von SARS-CoV-2.....	26
Abbildung 12: Explorationsplattform.....	31
Abbildung 13: Expertenaussagen zur Priorisierung architektonischer Interventionen: Ergebnisse qualitativer Interviews von multidisziplinärem Expertengremium.....	34
Abbildung 14: Ergebnisse quantitativer Online-Ranking-Befragung zu Wirksamkeit architektonischer Maßnahmen zur Verringerung des Risikos der Übertragung von SARS-CoV- 2, <i>P. aeruginosa</i> und <i>Enterococcus</i> spp. in Bereichen der Notaufnahme.....	37
Abbildung 15: Ergebnisse semi-qualitativer CAVI-Befragung zu Auswirkungen von Interventionen auf das Übertragungsrisiko von <i>P. aeruginosa</i> und <i>Enterococcus</i> spp. in Bereichen der Notaufnahme.....	37
Abbildung 16: Kontaminationsrate der Isolationszimmer, die von mit Enterokokken und <i>P.</i> <i>aeruginosa</i> kolonisierten/infizierten Patient*innen belegt waren; Kontamination der Umgebungsproben mit VREfm, VSEfm und <i>P. aeruginosa</i> in Isolierzimmern von Patient*innen mit positiven klinischen Bakterienkulturen	39
Abbildung 17: Kontamination mit VREfm, VSEfm und <i>P. aeruginosa</i> der berührungsintensiven Kontaktflächen von Patient*innen mit positiven klinischen Bakterienkulturen; Kontamination der berührungsintensiven Kontaktflächen von medizinischem Personal in mit kolonisierten Patient*innen belegten Isolierzimmern.....	40
Abbildung 18: Genotypische Verwandtschaft der Krankenhausumgebungs- und Patientenisolate von <i>P. aeruginosa</i> auf der Grundlage von 3867 cgMLST-Targetgenen	41
Abbildung 19: Genotypische Verwandtschaft der Umgebungs- und Patientenisolate von <i>E.</i> <i>faecium</i> auf der Grundlage von 1423 cgMLST-Targetgenen	41
Abbildung 20: Kosten-Effektivitäts-Akzeptanzkurven für einen Evaluationszeitraum von einem Jahr	46
Abbildung 21: Kosten-Effektivitäts-Akzeptanzkurven für einen Evaluationszeitraum von fünf Jahren.....	48

III. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Bau-, Betriebs- und Instandhaltungskosten Interventionen Notaufnahme	16
Tabelle 2: Interaktionszeitmöglichkeiten zwischen Patient*innen und medizinischem Personal in der Notaufnahme	24
Tabelle 3: Verhaltensmerkmale (Aktivitätsprofil) und architektonische Merkmale in der Notaufnahme (im Hinblick auf das Übertragungsrisiko im Fernfeld)	26
Tabelle 4: Ableitung der Aufnahmeprävalenz für <i>P. aeruginosa</i> im Funktionsbereich ZNA ...	27
Tabelle 5: Relativer Beitrag von Prozessen und Interaktionen für die Übertragungswahrscheinlichkeit von <i>P. aeruginosa</i>	27
Tabelle 6: Relativer Beitrag der Prozesse und Interaktionen für die Übertragungswahrscheinlichkeit von Enterokokken	28
Tabelle 7: Im Notaufnahme-Modell berücksichtigte Verbreitungsgebiete	28
Tabelle 8: WGS-basierte Identifizierung von genotypisch übereinstimmenden/eng verwandten <i>P. aeruginosa</i> -Isolaten von Patient*innen und Umgebung.....	41
Tabelle 9: WGS-basierte Identifizierung von genotypisch übereinstimmenden/eng verwandten <i>E. faecium</i> -Isolaten von Patient*innen und Umgebung.....	42
Tabelle 10: Auswirkungen architektonischer Maßnahmen auf <i>P. aeruginosa</i> -Besiedlungen (neu auftretende Krankheitserreger).....	44
Tabelle 11: Auswirkungen architektonischer Maßnahmen auf die <i>P. aeruginosa</i> -Besiedlung (endemische Situation)	44
Tabelle 12: Auswirkungen architektonischer Maßnahmen auf VRE-Besiedlungen (neu auftretende Krankheitserreger)	44
Tabelle 13: Auswirkungen architektonischer Maßnahmen auf die VRE-Besiedlung (endemische Situation)	45
Tabelle 14: Gewonnene QALYs und gesellschaftliche Kosten der baulichen Maßnahmen über einen Evaluationszeitraum von einem Jahr	46
Tabelle 15: Gewonnene QALYs und gesellschaftliche Kosten der baulichen Maßnahmen über einen Evaluationszeitraum von fünf Jahren.....	47
Tabelle 16: Gewonnene QALYs und gesellschaftliche Kosten der baulichen Maßnahmen über einen Evaluationszeitraum von 20 Jahren	49

1. Zusammenfassung

1. Hintergrund

Im Krankenhaus übertragene Erreger und daraus entstehende Infektionen sind sowohl von höchster Relevanz für die von den Infektionen betroffenen Personen, als auch für Krankenhäuser, Krankenkassen, das Gesundheitssystem und die gesamte Gesellschaft. Bauliche Aspekte in der Prävention dieser Infektionen sind weitgehend unerforscht und können dabei helfen, die Erregerübertragungen und Infektionsketten im Krankenhaus zu verhindern. Eine evidenzbasierte Überprüfung von Hypothesen im Bereich baulicher Interventionen im komplexen Umfeld dynamischer Krankenhausprozesse ist aufgrund der hohen Kosten und der langen Dauer des Bauprozesses von Kliniken mit Standardansätzen wie randomisierten Studien nur eingeschränkt möglich. Ziel des hier berichteten Projekts war die auf empirisch nachgewiesener Wirksamkeit basierende Entwicklung eines architektonischen Konzepts für ausgesuchte Funktionsstellen eines Funktionsbereichs, wie z.B. der zentralen Notaufnahme eines Krankenhauses, welche bestmöglich die Vermeidung von Transmissionsereignissen und die Reduktion von nosokomialen Infektionen berücksichtigt.

2. Methodik

Basierend auf einer dynamischen Modellierungsplattform wurden systematische Simulationsstudien zur Effektivität von baulichen Maßnahmen in der Prävention nosokomialer Erregerübertragungen und Infektionen an prototypischen Funktionsstellen im stationären Setting evaluiert. Für die Generierung der für die Modellierung notwendigen Evidenz und Parameterwerte wurden die vorliegende Literatur sowie explizit dafür durchgeführte Beprobungen und strukturierte Experteninterviews und standardisierte Nutzer- und Expertenbefragungen genutzt.

3. Ergebnisse

In Bezug auf die drei ausgewählten Leitkeime SARS-CoV-2, *Enterococcus* spp. und *Pseudomonas aeruginosa* deuten die Simulationsergebnisse darauf hin, dass die räumliche Trennung/Distanzierung von Patient*innen bzw. Mitarbeiter*innen und die räumliche Variation/Dezentralisierung von Schlüsselbereichen dabei hilft, Transmissionen zu verhindern. Die Effektivität und Effektstärke hängen von den Erregern und ihren primären Transmissionswegen ab. Die Separierung der Behandlungsbereiche stellt die günstigste unabhängige Intervention für Patient*innen (SARS-CoV-2: Incidence Rate Ratio (IRR) von 0,64 (95% CI 0,60 - 0,68), *P. aeruginosa*: IRR von 0,73 (95% CI 0,69 - 0,76), Vancomycin-resistente Enterokokken (VRE): 0,58 (95% CI 0,56 - 0,59)) sowie den gesamten prototypischen Funktionsbereich Notaufnahme (SARS-CoV-2: IRR von 0,78 (95% CI 0,76 - 0,81), *P. aeruginosa*: IRR von 0,90 (95% CI 0,88 - 0,92), VRE: 0,87 (95% CI 0,86 - 0,88)) dar. Maßnahmen, die die Separierung der Behandlungsbereiche mit weiteren Interventionen koppeln, können dabei je nach Erreger noch effektiver sein. So würde beispielsweise die Kombination mit veränderten Ventilationseinstellungen die Eindämmung von SARS-CoV-2 (IRR von 0,73 (95 % CI 0,71 - 0,75) (Anlage 10: Tabelle 1)) in der Notaufnahme fördern. Andererseits würde eine Kombination mit einer Aufteilung des Holdingbereichs zu einer besseren Eindämmung von *P. aeruginosa* (IRR von 0,85 (95% CI 0,83 - 0,87)) und VRE (IRR von 0,85 (95% CI 0,85 - 0,86)) in der Notaufnahme führen. Kombinierte Interventionen unter Berücksichtigung von Flächenvariation/Dezentralisierung würden dabei nochmals stärkere Effekte mit sich bringen. Den größten Effekt würde für SARS-CoV-2 eine Kombination von Separierung der Behandlungsbereiche, Flächenvariation/Dezentralisierung und veränderten Ventilationseinstellungen erzielen (IRR von 0,61 (95% CI 0,59 - 0,63), während für *P. aeruginosa* (IRR von 0,84 (95% CI 0,82 - 0,86)) und VRE (IRR von 0,87 (95% CI 0,86 - 0,88)) eine Kombination von Separierung der Behandlungsbereiche und Flächenvariation/Dezentralisierung ausreichend wäre.

Die gesundheitsökonomischen Ergebnisse deuten darauf hin, dass alle baulichen Maßnahmen bei einer integrierten Bewertung (Berücksichtigung der Effekte gegen alle drei Erreger) schon nach fünf Jahren aus gesellschaftlicher Sicht kostensparend sind und gleichzeitig einen

substanziellen Nutzen hinsichtlich gewonnener qualitätskorrigierter Lebensjahre aufweisen. Bei einem Vergleich der Maßnahmen wäre eine Kombination von Separierung der Behandlungsbereiche und veränderten Ventilationseinstellungen bei einem Evaluationszeitraum von fünf Jahren kosteneffektiv und über einen Evaluationszeitraum von 20 Jahren dominant (größter Nutzen und gleichzeitig höchste Kosteneinsparungen). Dabei gilt es allerdings zu berücksichtigen, dass die Kombination von Separierung der Behandlungsbereiche, Flächenvariation/Dezentralisierung und veränderten Ventilationseinstellungen in der integrierten Bewertung nicht berücksichtigt wurde, aber sich als dominante Maßnahme über einen längeren Evaluationszeitraum bei einer isolierten SARS-CoV-2-Analyse erwiesen hat.

4. Diskussion

Unsere Arbeiten zeigen, dass eine integrierte längerfristige Analyse mit unterschiedlichen Erregern erforderlich ist, um die Effektivität und Wirtschaftlichkeit von architektonischen Maßnahmen besser einschätzen zu können und ein optimales architektonisches Musterkonzept ableiten zu können. Da in vielen Fällen nur schwache Evidenz für die Parametrisierung vorlag, sind bessere Studien zu Transmissionswahrscheinlichkeiten in Zukunft dringend erforderlich. Diese können genutzt werden, um das vorliegende Modell zu optimieren und die Effektstärken der Interventionen zu präzisieren. Das Modell kann in adaptierter Version auch für weitere Erreger und Konstellationen genutzt werden und stellt folglich ein einfach zu bedienendes Instrument zur Einschätzung des Effekts baulich funktioneller Komponenten dar.

2. Beteiligte Projektpartner

Name	Einrichtung	Institution	Verantwortlichkeiten
<i>Projektleitung:</i>			
Prof. Dr.-Ing. Architekt Wolfgang Sunder, Dr.-Ing. Architekt Jan Holzhausen	Technische Universität Braunschweig (TUBS)	Institut für Konstruktives Entwerfen, Industrie- und Gesundheitsbau (IKE)	<u>Projektleitung/Konsortialführung</u> Entwicklung Musterlayouts, Bestimmung bauliche Intervention, Optimierung Baukonzept
<i>Beteiligte Konsortialpartner:</i>			
Univ.-Prof. Dr. med. Simone Scheithauer	Universitätsmedizin Göttingen (UMG)	Institut für Krankenhaushygiene und Infektiologie (IK&I)	<u>Leitung des Arbeitsschwerpunktes 2</u> Literaturrecherche, Transmissionsanalysen, strukturierte/standardisierte Experten- und Nutzerbefragungen
Univ.-Prof. Dr. André Karch	Universitätsklinikum Münster, Universität Münster (UM)	Institut für Epidemiologie und Sozialmedizin	<u>Leitung des Arbeitsschwerpunktes 3</u> Mathematische Modellierung und Datenanalyse
Jun.-Prof. Dr. Alexander Kuhlmann	Universitätsmedizin Halle, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg (UMH)	Nachwuchsgruppe Gesundheitsökonomie/Versorgungsforschung	<u>Leitung des Arbeitsschwerpunktes 4</u> Kosten-Effektivitäts-Analysen, Gesundheitsökonomische Evaluation

Ansprechpartner für Rückfragen nach Projektende:

Prof. Dr.-Ing. Architekt Wolfgang Sunder, Univ.-Prof. Dr. med. Simone Scheithauer, Univ.-Prof. Dr. André Karch, Jun.-Prof. Dr. Alexander Kuhlmann

Projektstruktur

Das Verbundprojekt wurde in vier Arbeitsschwerpunkte (AS1-4) (Abbildung 1) unterteilt, die jeweils eine Forschungsdisziplin der beteiligten Konsortialpartner repräsentieren. Im AS1 (TUBS) wurden hygiene-/infektionsrelevante Funktionsstellen im Krankenhaus identifiziert und ein architektonisches Musterkonzept dieser Funktionsstellen entworfen, worauf die baulich-funktionellen Interventionen eingebracht und mithilfe der Simulationsplattform modelliert und angepasst wurden. Im AS2 (UMG) wurden Datenerhebungssystematiken für die Parametererhebung, im AS3 (UM) eine Modellierungsplattform für die Simulation der Wirksamkeit von Interventionen und im AS4 (UMH) ein Kosten-Effektivitäts-Analyse-Modell für die gesundheitsökonomische Evaluation infektionspräventiver Interventionen entwickelt. Der von allen Partnern mitgetragene iterative Prozess der Projektdurchführung beinhaltete die Erstellung der Modelle und Muster für die Ausgangssituation der Modellierung, eine Auswahl der baulich-funktionellen Interventionen, Anreicherung mit Daten sowie die Simulation, Bewertung der baulichen Intervention und ggf. Optimierung inkl. Rücküberführung in das Musterlayout zur Entwicklung von Planungsempfehlungen.

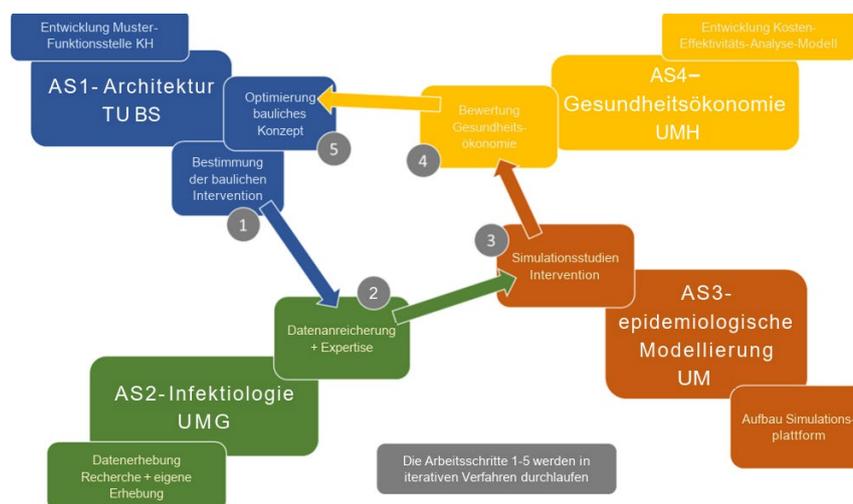


Abbildung 1: Arbeitsschwerpunkte (AS) und Zusammenarbeit der beteiligten Konsortialpartner

3. Projektziele

Hintergrund

Die Forschung im Bereich der baulichen Strategien zur Infektionsprävention, insbesondere zur Vermeidung der Übertragung multiresistenter Erreger im Krankenhaus, ist von höchster Relevanz bei der Prävention von nosokomialen Infektionen (NIs). Die baulichen Aspekte sind weitgehend unerforscht und können dabei helfen, die Erregerübertragungen und Infektionsketten im Krankenhaus zu verhindern. Die Empfehlungen zur Infektionsprävention, die bauliche Komponenten miteinschließen, sind nahezu ausschließlich evidenzbasiert. In Vorarbeiten konnte mittels Beobachtungsstudien und Experteninterviews gezeigt werden, dass architektonische Maßnahmen tatsächlich mit der Häufigkeit des Auftretens von NI in Gesundheitseinrichtungen assoziiert sind.

Eine evidenzbasierte Überprüfung von Hypothesen im Bereich baulicher Interventionen im komplexen Umfeld dynamischer Krankenhausprozesse ist aufgrund der hohen Kosten und der langen Dauer des Bauprozesses von Kliniken mit Standardansätzen wie randomisierten Studien nur eingeschränkt möglich. Der Effekt von Empfehlungen kann somit nach Umsetzung

oft nur im Einzelfall erfasst und bewertet werden. Daher wurden in diesem Projekt Evaluationen baulich-funktioneller Interventionen mit der Nutzung des Konzepts der mathematischen Modellierung durchgeführt, welches in der Infektionsepidemiologie in vergleichbaren Fragestellungen zur Evidenzsynthese eingesetzt wird.

Ziele und Fragestellungen des Projekts

Übergeordnetes Ziel des vorliegenden Projekts war die auf empirisch nachgewiesener Wirksamkeit basierende Entwicklung eines architektonischen Konzepts für ausgesuchte Funktionsstellen in definierten Funktionsbereichen, wie z.B. der Zentralen Notaufnahme (ZNA) eines Krankenhauses, welche bestmöglich die Vermeidung von Transmissionsereignissen und die Reduktion von NI berücksichtigt. Die primäre Zielsetzung der Steigerung der Patientensicherheit im Krankenhaus war Kernelement dieser Untersuchung. Die praktischen Ziele waren:

1. Entwicklung einer Simulationsplattform zur evidenzbasierten Evaluation des Effektes baulicher Maßnahmen auf die Ausbreitung nosokomialer Erreger in ausgesuchten Funktionsstellen unter Nutzung einer agentenbasierten Modellierung.
2. Identifizierung von Faktoren, die Transmissionsereignisse potenziell vermindern (aufgrund des Einsatzes strukturierter Literaturrecherche, strukturierter Experteninterviews und standardisierter Nutzerbefragungen sowie Umgebungsbeprobungen inklusiv molekularer Verwandtschaftsanalyse unter Einbeziehung klinischer Patientenproben bei Infektionen/Kolonisationen), um Übertragungsereignisse eindeutig definieren zu können.
3. Entwicklung eines architektonischen Musterkonzepts für ausgesuchte Funktionsstellen, welches die identifizierten baulichen Maßnahmen kostengünstig umsetzt und technisch praktikabel bestehende Baukonzepte für die Funktionsstelle optimiert.
4. Entwicklung eines gesundheitsökonomischen Modells zur Evaluation der baulichen Interventionen auf Basis von Kosten-Effektivitäts-Analysen.

Primäre Fragestellung:

Durch welche baulichen Maßnahmen kann die Prävention der Übertragung nosokomialer Erreger effektiv optimiert werden? Wie ist die Einschätzung von Expert*innen (Krankenhausthygieniker*innen) und Nutzer*innen (Beschäftigten aus Pflege und Ärzteschaft)? Wie groß ist der Effekt der Prävention, der durch eine architektonische Interventionsmaßnahme erzielt werden kann bzw. welchen Stellenwert hat die Optimierung von baulich-funktionellen Maßnahmen in der Gesamtbetrachtung der Infektionsprävention? Welche Effektivität zeigt sich in den Simulationen auf der Modellierungsplattform?

Die primäre Hypothese dieses Projekts war, dass bestimmte baulich-funktionelle Maßnahmen das Transmissionsrisiko von Infektionserregern im Krankenhaus reduzieren und hierdurch die Anzahl der NI sowie erforderlichen Isolationsmaßnahmen reduzieren können.

Sekundäre Fragestellung:

Folgende gesundheitsökonomische Forschungsfragen sollten im Rahmen des Projektes beantwortet werden: Welche wirksamen baulichen Maßnahmen sind besonders geeignet und kosteneffektiv, um Erregerübertragungen, Isolationsmaßnahmen und NI zu reduzieren? Wie hoch sind die Kosteneinsparungen aus Sicht der Krankenhäuser und der Kostenträger sowie die Kosten vermiedener Produktionsausfälle, die durch die Reduktion von Isolationsmaßnahmen und NI entstehen?

Der gesundheitsökonomischen Analyse lag die Hypothese zu Grunde, dass bauliche Maßnahmen die Anzahl der NI und erforderlicher Isolationsmaßnahmen im Krankenhaus reduzieren sowie als Intervention kosteneffektiv sind. Dies hätte positive Auswirkungen auf die Morbidität und Mortalität von Krankenhauspatient*innen und würde zu Kosteneinsparungen führen.

Die additive Risikominderung der Erregerübertragungen nosokomialer Erreger war der primäre Endpunkt. Durch Erleichterung der Prozessabläufe wird die bestmögliche

architektonische Lösung zwangsläufig im Alltag ein positives Kosten-Nutzen-Verhältnis hinsichtlich der operativen Organisation bieten. Ob die Wirtschaftlichkeit der baulichen Maßnahmen auch unter Einbeziehung der potentiellen Investitionskosten gewahrt bleibt, sollte im Rahmen dieses Projektes anhand von Kosten-Effektivitätsanalysen untersucht werden.

4. Projektdurchführung

Bei dem vorliegenden Projekt handelt es sich um ein interdisziplinäres Projekt, das basierend auf einer dynamischen Modellierungsplattform systematische Simulationsstudien zur Effektivität von baulichen Maßnahmen in der Prävention nosokomialer Erregerübertragungen und Infektionen im stationären Setting durchgeführt hat. Als Grundlage für die auf Basis der Modellierungsplattform durchgeführten Simulationsstudien wurden prototypische Funktionsstellen mit der entsprechenden Patientenpopulation genutzt. Diese Funktionsstellen wurden dann in den Kontext eines Funktionsbereiches gestellt. Für die Generierung der für die Modellierung notwendige Evidenz und Parameterwerte wurden evidenzbasierte Empfehlungen, Leit-/Richtlinien, Studien und Routinedaten analysiert, Beobachtungen gemäß WHO und Übertragungsversuche sowie strukturierte Experteninterviews und standardisierte Nutzer- und Expertenbefragungen durchgeführt.

Methodenkonform erfolgte das Erstellen eines Leitfadens für die Durchführung qualitativer Experteninterviews. Der Leitfaden wurde auf der Grundlage der im Konsortium abgesprochenen Fokussierung der geplanten Interviews auf der Basis der fachlichen Expertise der Infektionsmedizin und des Gesundheitsbaus erstellt. Um eventuelle Anpassungserfordernisse zu erkennen, wurde der Interviewleitfaden durch das Führen zweier Interviews getestet – in diesem Kontext wurden auch methodische Schulungen der Mitarbeitenden und Transkriptionstrainings durchgeführt.

Innerhalb der Vorbereitungsphase des eigentlichen Umfrageprozesses (01.04.2020 - 31.07.2020) wurde ein Datenschutzkonzept (Anlage 1) entwickelt, welches alle notwendigen Informationen zur Erhebung, Verarbeitung und Nutzung der personenbezogenen Daten sowie Meinungsdaten enthält. Dies wurde dem Datenschutzbeauftragten vorgelegt und diesseits geprüft und freigegeben. Darüber hinaus wurden Erklärungen zur Einhaltung der Datenschutzvorschriften und ethischen Richtlinien sowie Einverständniserklärung zur Teilnahme an qualitativen Experteninterviews und Online-Befragungen vorbereitet und in Form eines Ethikantrags formal eingereicht. Dieser wurde von der Ethikkommission sowie vom Datenschutzbeauftragten der Universitätsmedizin Göttingen geprüft und der positive Bescheid zum Ethikvotum am 13.07.2020 erhalten. Alle Befragungen folgten den Bestimmungen der zuständigen Ethikkommission, des Bundesdatenschutzgesetzes (BDSG) und der Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) sowie des für Bundesländer gültigen Landesdatenschutzgesetzes.

Es wurden hygiene-/infektionsrelevante Funktionseinheiten und Funktionsstellen im Krankenhaus identifiziert, die sich für eine Modellierung mithilfe der Simulationsplattform eignen und es wurde ein architektonisches Musterkonzept einer durchschnittlichen deutschen ZNA entworfen und gezeichnet. Mithilfe von Simulationsstudien wurden bauliche Interventionen untersucht, die einen Effekt auf die Übertragungswahrscheinlichkeit von Erregern in prototypischen Funktionsstellen der ZNA haben könnten.

Durch den hohen Patientendurchsatz und die in vielen Notfällen gebotene medizinische Eile sind hygienische infektionspräventive Prozesse in der Notaufnahme besonders anspruchsvoll. Alle relevanten Funktionsstellen eines Krankenhauses sind in Notaufnahmen vorhanden, so dass sie eine umfangreiche Betrachtung von hygienerlevanten Prozessen zulassen. Zudem stehen Notfallpatient*innen und medizinisches Fachpersonal in oft überfüllten Holding- sowie Behandlungsbereichen routinemäßig in engem Kontakt miteinander und die gleichzeitige Versorgung mehrerer Patient*innen stellt Hindernisse für Infektionspräventionspraktiken dar.

Auch die schnellen Raumumsätze in der Notaufnahme belasten häufig die Krankenhausreinigungsdienste, was Kontamination und das Fortbestehen infektiöser Krankheitserreger in der Umgebung auf Oberflächen ermöglicht, die durch Kontakt und Luft übertragen werden können. Deshalb stehen Notaufnahmen hinsichtlich der Infektionsprävention in besonderer Verantwortung und vor großen Herausforderungen im Umgang mit Hygienemaßnahmen, um Infektionskrankheiten frühzeitig zu identifizieren, Erregerübertragung zu verhindern und adäquate präventive Maßnahmen einzuleiten. Daher wurde die Notaufnahme als „Haupteinfallstor der Klinik“ mit einem sehr heterogenen Patientenaufkommen und dessen unbestimmten Infektionsstatus einer detaillierteren Betrachtung infektionsrelevanter Funktionsstellen unterzogen, um entsprechende Musterkonzepte für diese Bereiche zu planen. Dafür wurde ein erstes Layout entwickelt. Dieses Layout des Grundrisses der Notaufnahme wurde als „Base Case“ bezeichnet. Es stellt die strukturelle Durchschnittsvariante einer deutschen Notaufnahme dar. Auf Grundlage dieser Durchschnittsvariante konnten bauliche Interventionen geplant und Simulationen durchgeführt werden. Durch die Simulationen konnte der Effekt der Intervention geschätzt werden.

Für die Evaluation effektiver baulicher Maßnahmen zur Vermeidung von Transmissionsereignissen und zur Prävention von NI wurden bereits vorhandene evidenzbasierte Empfehlungen, Leit-, Richtlinien, Beschlüsse des Gemeinsamen Bundesausschusses (G-BA), systematischen Übersichtsarbeiten und Metaanalysen sowie Studien durch Literaturrecherchen analysiert. Um die Fachexpertise und Meinungen von Expert*innen in die Entwicklung innovativer infektionspräventiver Baukonzepte für eine optimierte Patientenversorgung heranzuziehen, wurden Expertenbefragungen und standardisierte Nutzerbefragungen durchgeführt. Darüber hinaus wurden *real-life* Daten aus der ZNA-Routineversorgung, der Infektions- und Erregersurveillance sowie Daten über das Ausmaß der Umgebungskontamination mittels Beprobung und Echtzeitbeobachtung erhoben, die unterstützend zur Parameterschätzung für die Modellierung und Auswahl effektiver Maßnahmen zur baulich-funktionellen Infektionsprävention verwendet wurden. Dabei wurden die Hauptübertragungswege wie „Kontaktübertragung“ und kontaktfreie aerogene Übertragung (über Aerosole und Tröpfchen) berücksichtigt, die vielen nosokomialen Erregern zugrunde liegen. Da Ausmaß und Lokalisation der Umgebungskontamination stark speziesspezifisch sind, wurden Spezies-spezifische Beprobungen vorgenommen. Dabei wurden typische Vertreter für relevante Kontaktübertragungen im Krankenhaus gewählt, bei denen Unterschiede in der Umgebungskontamination (Art und/oder Ausmaß) und der Tenazität bestehen. Als prototypische Keime wurden (Vancomycin-resistenter) *Enterococcus faecium* für die grampositiven Vertreter und *P. aeruginosa* für die gramnegativen Bakterien als Surrogate für zwei Erregergruppen ausgewählt, die infektionsepidemiologisch relevante nosokomiale Krankheitserreger repräsentieren.

Aufgrund der rasanten weltweiten Ausbreitung des neuartigen pandemischen Erregers der COVID-19-Pandemie wurde das hochansteckende SARS-CoV-2-Virus als Vertreter für nicht primär via physikalischen Kontakt übertragbare Erreger gewählt. Da der Hauptübertragungsweg von SARS-CoV-2 die respiratorische Aufnahme virushaltiger Tröpfchen und Aerosole ist, sind die Nähe des Kontakts und die Dauer der Exposition für die Berücksichtigung von Infektionsrisiken in Innenräumen besonders wichtig. Daraus könnten wirksame Interventionsstrategien gegen den infektiösen aerogenen Übertragungsweg sowohl auf kurze als auch auf lange Distanz abgeleitet werden. Anschließend wurden infektionspräventive Wirksamkeit und Effizienz der bestimmten baulich-funktionellen Interventionen durch die mathematische und gesundheitsökonomische Modellierung evaluiert.

Auf dem Musterkonzept der ZNA wurden im Projektverlauf die architektonischen Interventionen eingebracht und angepasst, mit verfügbaren Daten und Einschätzungen von Expert*innen angereichert und interdisziplinär in Parameter für die Modellierung übersetzt wurden. Eine Modellierungsplattform und ein Kosten-Effektivitäts-Analyse-Modell wurden für

die Simulation der Wirksamkeit von baulichen Interventionen entwickelt. Anschließend wurden die gewonnenen Erkenntnisse der Modellierung und gesundheitsökonomischen Evaluation wiederum in die planerische Optimierung des Musterkonzepts/Layouts der ZNA zurücküberführt. Abschließend wurden die Muster-Bau-Konzepte der Funktionsstellen in der Phase „Finalisierung“ zusammengefasst und als Planungsempfehlungen graphisch aufbereitet.

In den mehreren Interventionsrunden wurden jeweils erregerspezifische Modelle entwickelt und Bewertungen durchgeführt. Die Modellierung der Erregerübertragung bei SARS-CoV-2 (mit Aerosolkomponente) bedurfte eines neuartigen hochkomplexen Simulationstyps, der in diesem Kernelement der Modellierung nicht auf die anderen definierten Erreger übertragbar war. In der abschließenden Finalisierung bedarf es einer gemeinsamen erregerübergreifenden Bewertung für die Entwicklung eines baulich-funktionellen Gesamt-Hygienekonzepts für einen infektionsepidemiologisch optimalen ZNA-Krankenhausbereich, damit für alle der im Projekt evaluierten Interventionen und Erreger eine satisfaktionsfähige Aussage getroffen werden konnte. Da diese Gesamtbetrachtung als der entscheidende Aspekt für den erfolgreichen Abschluss des Projektes zeitlich nicht mehr umsetzbar war, wurde eine sechsmonatige Laufzeitverlängerung des Projektes beantragt und genehmigt.

Im Eindruck der hohen Auslastung der Notaufnahmen im Zuge der Covid-19-Pandemie war eine Vollerhebung (n=100 Personen) des für Delphi-Befragungen vorgesehenen Personenkreises (Expert*innen für Notfallmedizin, Infektionsprävention, Krankenhaus-hygieniker*innen, hygienebeauftragte Ärzt*innen und Pflegekräfte) nicht mehr zu erreichen. Daher erfolgte die Abänderung der ursprünglich beabsichtigten Delphi-Methode zu einer Kombination aus semi-qualitativen persönlichen Interviews und quantitativen strukturierten Online-Befragungen gemeinsam mit einer Neuausrichtung der Fallzahl und Zielpopulation auf Fachärzt*innen für Notfallmedizin und hygienebeauftragte Ärzt*innen der Universitäts-kliniken Deutschlands. Die auf Grund niedriger Teilnahme-Zahlen niedrigere statistische Power war bei dieser Methode nicht ausschlaggebend, da der Erkenntnisgewinn durch einen deutlich kleineren Personenkreis erzielt werden konnte, um verschiedene quantifizierbare Größen zur Verwendung in der anschließenden Modellierung zu erheben. Da beide Befragungsarten in quantifizierbaren epidemiologischen Größen mündeten, war die Vergleichbarkeit durch übliche Lagemaße (arithmetisches Mittel, Standardabweichung, Median) gewährleistet und konnte nahtlos in die Modellierung übertragen werden, um eine realitätsnahe Einschätzung des Infektionsgeschehens zu erweitern. Abschließend wurden im Kontext der angestrebten Gesamtevaluation „gebündelter“ Interventionen zur Prävention multipler nosokomialer Erregerübertragungen für bestimmte ZNA-Bereiche durch den gegenseitigen Austausch der Diskussionsteilnehmer von Fokusgruppen die Erfahrungen und Einschätzungen über die jeweilige Akzeptanz bzw. Übertragbarkeit der Ergebnisse der Modellierung auf differenzierte Szenarien erhoben.

5. Methodik

5.1 Auswahl baulicher Interventionen und planerische Optimierung von Funktionsstellen

Die Zielsetzung des ersten Arbeitspakets (TUBS) war die Entwicklung eines Ausgangsmusterkonzepts für die spätere evidenzbasierte Evaluierung von Infektionsereignissen mittels einer Simulationsplattform. In einem nächsten Schritt sollten dann ausgehend von dieser Grundlage Interventionen zur baulichen Optimierung des Ausgangsmodells vorgeschlagen, zeichnerisch aufbereitet und schließlich deren Bau-, Betriebs- und Instandhaltungskosten für die gesundheitsökonomische Kosten-Effektivitäts-Analyse berechnet werden.

5.1.1 Erstellung einer Musterstation

Als Grundlage für die Bemessung der Effektivität der baulichen Interventionsmaßnahmen wurde die Musterstation einer ZNA entwickelt. Hierbei wurden die strukturellen Parameter (Anzahl und Art der Räume, Fläche, Höhe, Raumvolumen, Luftwechselrate, Anteil Frischluftzufuhr) und die operativen Parameter (Anzahl und Durchlauf unterschiedlichster Personengruppen (Patient*innen, medizinisches Personal), Schichtsysteme, Nahfeld- und Fernfeldbegegnungen, Belegung von Räumen etc.) hinterlegt. Die strukturellen Raumparameter stellen dabei Werte wie z.B. Größe und Volumen der Räume, Anzahl der Behandlungsplätze, Luftwechselraten oder Ausstattungsmerkmale dar. Die strukturellen Parameter wurden aus den Referenzdaten einer in Zusammenarbeit mit dem Krankenhaus-Infektions-Surveillance-System (KISS) [1] durchgeführten deutschlandweiten Erfassung nosokomialer Infektionsraten und multiresistenter Erreger (MRE) entnommen, bei der 621 Krankenhäuser teilnahmen. Zusätzlich wurden 26 *Best-Practice*-Notaufnahmen in Deutschland als Referenzwerte für eine Musterstation aufgenommen. Bei der Auswahl dieser Stationen wurde darauf geachtet, dass eine breite Auswahl verschiedenster Grundrissstrukturen und unterschiedlicher Nutzungen/Spezialisierungen vertreten ist. Zudem handelt es sich bei den ausgewählten Stationen überwiegend um Universitätskliniken, sodass von einem hohen Know-how der Akteure vor Ort ausgegangen werden kann.

Der *Base Case* wurde aus recherchierten Bestandsplanungen entwickelt, die dann abstrahiert zu einer quasi Querschnitt-Planung einer Muster-Notaufnahme entwickelt wurden, welche dann auf Grundlage von getesteten/modellierten Interventionen optimiert werden kann. Die recherchierten Bestandsplanungen konnten noch keine strukturellen Parameter (Dimensionen, technische Parameter wie Luftwechselrate, etc.) liefern, wie sie für die neuen räumlichen, strukturellen und personellen Rahmenbedingungen der Notaufnahme (gesetzliche Neuregelung der Notfallversorgung in Deutschland und Neustrukturierungen der stationären Notfallversorgung - Beschluss des gemeinsamen Bundesausschusses (G-BA) von 2018 [2]) nötig wären, wie etwa eine Abgrenzung der Räumlichkeiten aller notfallmedizinischen Fachbereiche in einer Versorgungsumgebung im Krankenhaus - der Zentralen Notaufnahme, ZNA. Diese Parameter wurden durch die Priorisierung von zu untersuchenden Raumfunktionen, der Entlehnung von strukturellen Parametern von themenverwandten Funktionsstellen und Berücksichtigung von aktuellen gesetzlichen Vorgaben, verbindlicher Strukturvoraussetzungen der ZNA, begegnet.

Die im Folgenden als *Base Case* (Abb. 2) bezeichnete Musterstation stellt die strukturelle Durchschnittsvariante einer deutschen Notaufnahme dar [3].

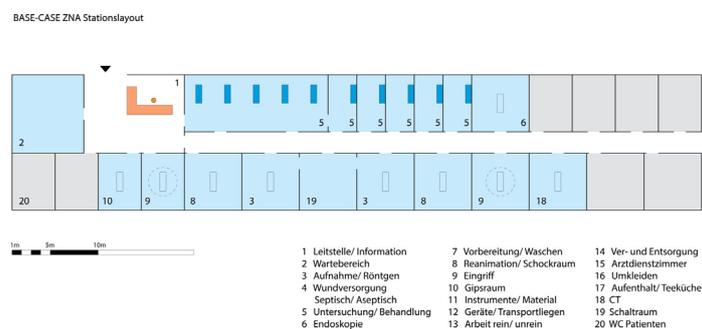


Abbildung 2: *Base Case* Layout Struktur Notaufnahme

Da die Mehrheit (68%) der an der KISS-Umfrage teilnehmenden Zentralen Notaufnahmen in einem Zweibund organisiert sind, wurde so auch der Grundriss dieses „*Base Case*“ organisiert. Er verfügt über einen getrennten Wartebereich für infektiöse Verdachtsfälle und über einen großen Untersuchungs-/Behandlungsraum mit fünf Betten. Die Leitstelle/Information befindet sich im Eingangsbereich, angrenzend daran liegen ein großer Wartebereich, die Patienten-WCs, der Gips- und einer der beiden Eingriffsräume. Auch der große

Untersuchungs-/Behandlungsraum wird von dort erschlossen. Angrenzend an den durch eine Tür abgetrennten Flur befinden sich dann die weiteren fünf Behandlungsräume, die Endoskopie, der Reanimations-/Schockraum, das CT, die beiden Röntgenzimmer mitsamt Schaltraum und die weiteren für die Arbeitsprozesse und das Personal wichtigen Räumlichkeiten. Die Auswahl der Räume, die im Simulationsmodell integriert sind, wurde aus dem für eine ZNA üblichen Raumprogramm unter Berücksichtigung der zu prüfenden baulichen Intervention innerhalb des Forschungsteams getroffen und in zwei internen Befragungsrunden überprüft. Folglich fokussiert sich die Auswahl im *Base Case* auf Räume mit geschätzt hoher Relevanz für mögliche Transmissionsgeschehen.

Aufgrund dieser Durchschnittsvariante konnten nun bauliche Interventionen geplant bzw. durchgeführt werden. Bei der epidemiologischen (AS 3) und gesundheitsökonomischen Evaluation (AS 4) wurde anschließend der Effekt dieser baulichen Veränderung geschätzt.

5.1.2 Ableitung von Interventionen

Die Interventionen wurden in einem iterativen Prozess innerhalb des Projektteams bestimmt und jeweils im Kontext verschiedener Erregerarten und auch unterschiedlicher Funktionsbereiche evaluiert. Bei der Auswahl der baulichen Interventionen wurden Faktoren wie Praktikabilität, erwartete Effektivität sowie vertretbare Kosten in Betracht gezogen. Die Effektivität der Interventionen wurde jeweils in Zusammenhang mit dem betrachteten Erreger und unter Berücksichtigung des Übertragungsweges betrachtet, der mit der Intervention unterbrochen werden sollte. Dabei wurde auch berücksichtigt, dass die positiven Effekte einer Intervention gegenüber den möglichen negativen Effekten, die im Zuge der Interventionen zu erwarten wären, überwiegen.

Die ausgewählten baulichen Interventionen zur Infektionsreduktion der Funktionsstellen wurden aus architektonischer Sicht bestimmt und im Zuge der weiteren Bearbeitung in die drei Interventionsgruppen „Separierung“, „Flächenvariation“ und „Automatisierung“ unterteilt.

Interventions-Gruppe I - Separierung

Als erste baulich-strukturelle Intervention wurde Funktionsbereich-übergreifend der grundsätzliche Ansatz des *Area-Management*s verfolgt. Dabei wurde ein Funktionsraum in kleinere, räumlich abgegrenzte Bereiche/Zonen aufgeteilt. Im Ansatz eines Flächen-, Raum- und Barrieren-Managements sollen im Zusammenspiel von zugewiesenen Flächen und baulichen Barrieren die Erreger an der Übertragung gehindert und das prozessuale Hygienemanagement unterstützt werden. Grundsätzlich ist die Separierung, räumliche Isolierung und Zonierung eine in der internationalen IPC-Praxis etablierte Methode, wie z.B. bei der Einzelzimmerversorgung von Patient*innen oder bei der Zonierung septischer versus aseptischer Tätigkeiten. Die Evidenz für eben diese Maßnahmen ist bis dato nicht gut untersucht - für den Bereich der Notaufnahme liegt keine empirische Evidenz vor. Die Intervention erfolgte auf der Basis der Sammlung etabliert angewandter IPC-Konzepte unter Berücksichtigung der Ergebnisse durchgeführter qualitativer problemzentrierter Experteninterviews und nach Konsortium-interner Diskussion mit Fokus auf Abbildbarkeit im Modell und Umsetzbarkeit in Umbau respektive Neubau.

1) *Flexible Partitions (FP)*

Dieser Ansatz wurde für den Bereich von mehreren Untersuchungs- und Behandlungsplätzen in einem (Groß-)Raum verfolgt. Die Behandlungsplätze bzw. ihre Flächen können schrittweise durch bauliche Barrieren wie z.B. ein Paravent (1) (Abb. 3), einen über eine Deckenschiene geführten Vorhang (2), oder die Ausbildung einer Nische durch eine Wand (3) zwischen den Behandlungsplätzen getrennt werden.

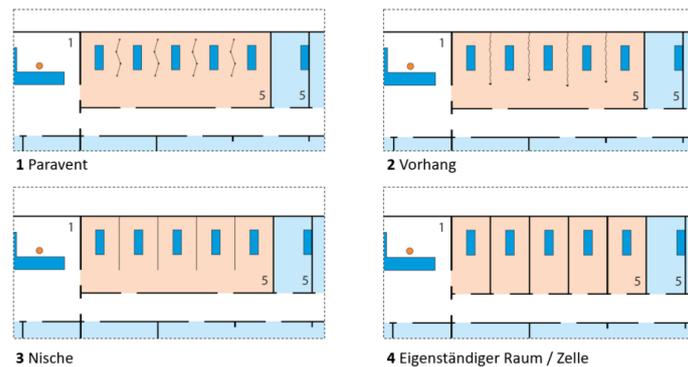


Abbildung 3: Interventionen zu mehreren Behandlungsplätzen in einem Raum (Notaufnahme)

2) Attention (non-urgent) Separation (AS)

Die zuvor in einem Mehrbehandlungsbereich liegenden Patient*innen (nicht dringende Notfälle), werden in Einzelbehandlungsräumen (Abb. 4) untergebracht. Ausgangspunkt für den *Base Case* sind hierbei zwei Behandlungszimmer mit einer Kapazität von sechs Patient*innen. Für die Intervention werden sechs Zimmer für die Aufnahme von jeweils nur einem/r Patient*in implementiert. Raumparameter Einzelzimmer: $A = 17,77 \text{ m}^2$, $H = 3,00 \text{ m}$, $V = 53,32 \text{ m}^3$, Luftwechselrate $8,00 [1/h]$.

3) Holding area non-urgent Separation (HS)

Der Holdingbereich für nicht dringende Fälle (nach Triage-Bewertungssystem wie *Emergency Severity Index (ESI)* oder *Manchester Triage System (MTS)*) wird in zwei Räume aufgeteilt (Abb. 4). Die Raumgröße aus dem *Base Case* wird demzufolge bei der Intervention durch zwei geteilt. Raumparameter *Base Case* $A = 27,72 \text{ m}^2$, $H = 3,00 \text{ m}$, $V = 83,15 \text{ m}^3$, Luftwechselrate $5,00 [1/h]$.

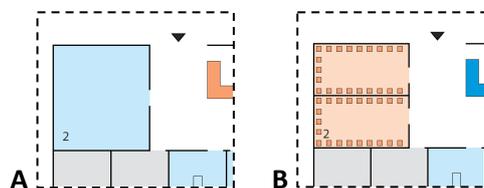


Abbildung 4: Separierung des großen Holdingsraums (A) in zwei Einzelräume (B)

Interventions-Gruppe II - Flächenvariation + Flächenzuweisung zentral/dezentral

Die Flächenvariation (Vergrößerung der Fläche bzw. Volumen eines Raumes) wird bei Bereichen mit hygiene relevanten Prozessen vorgenommen, wie z.B. im Pflege- oder Behandlungsbereich, aber auch in Bereichen mit hoher Übertragungswahrscheinlichkeit, wie sie z.B. zur SARS-CoV-2-Pandemie in Pausen- und Aufenthaltsbereichen festgestellt wurde. Durch eine zentrale bzw. dezentrale Flächenzuweisung, d.h. z.B. eine dezentrale Verortung von gleichen Räumen und Raumnutzungen, sollen Arbeitsprozesse getrennt werden (z.B. septisches/aseptisches Arbeiten). Die adäquate Bemessung von Raumgrößen und das problemlose Umsetzen von medizinischen Prozessen stellt eine international etablierte IPC Kenngröße dar. Die empirische Evidenz für Raumgrößen mit Blick auf Übertragungsereignisse ist limitiert, für Notaufnahmen liegen keine Daten vor. Es ist gut bekannt, dass optimierte Prozesse zu höherer Adhärenz für Hygienemaßnahmen führen [4-6]. Die Intervention erfolgte auf der Basis der Sammlung etablierter und angewandter IPC-Konzepte unter Berücksichtigung einer aktuell durchgeführten *Scoping*-Literaturanalyse und nach Konsortium-interner Diskussion mit Fokus auf Abbildbarkeit im Modell und Umsetzbarkeit in Umbau respektive Neubau.

4) ED Base Separation (EBS)

Die Stationsleitung wird dezentralisiert und von einem Raum auf zwei Räume aufgeteilt. Die Raumgröße aus dem *Base Case* wird bei der Intervention halbiert, es sind aber nun zwei

Räume (Abb. 5). Raumparameter *Base-Case* Pflegestützpunkt: $A = 20,24 \text{ m}^2$, $H = 3,00 \text{ m}$, $V = 60,73 \text{ m}^3$, Luftwechselrate $8,00 \text{ [1/h]}$ zu: $A = 10,12 \text{ m}^2$, $H = 3,00 \text{ m}$, $V = 30,37 \text{ m}^3$.

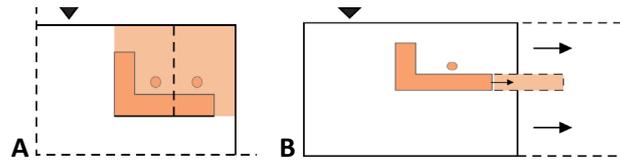


Abbildung 5: A) ED Base Separation, B) ED Base Area extension

5) ED Base Area extension (EBA)

Die Fläche/das Raumvolumen des Pflegestützpunktes wird vergrößert (Abb. 5). Die Raumgröße wird mit dem Faktor 1,30 multipliziert.

6) Ventilation (Vent)

Die Lüftungsintervention erfolgt auf der Grundlage eines Reduktionsfaktors für die Übertragungswahrscheinlichkeit im Fernfeld, der bis zu 35% beträgt. Dies wird auf alle Bereiche der Notaufnahme angewandt. Der Vergrößerungsfaktor der Luftwechselrate beträgt dabei 1,50.

Interventions-Gruppe III – Automatisierung

Hierbei sollte untersucht werden, wie sich die berührungslose bzw. alternative Bedienung von z.B. Tür oder Lichtsteuerung auf die Erregerübertragung auswirkt.

7) Automation of the doors

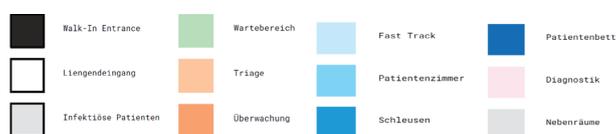
Bei dieser Intervention wird die klassische Türklinkenöffnung durch eine sensorinduzierte berührungslose Automattüröffnung ersetzt. Dies wird bei Patientenzimmertüren und Räumen des aseptischen und septischen Arbeitens untersucht.

Aufgrund der Ergebnisse aus den Nutzendenbefragungen wurde die Modellierung der Interventionen aus Interventionsgruppe III zurückgestellt.

In den epidemiologischen und gesundheitsökonomischen Modellen wurden auch Kombinationen der oben aufgeführten Interventionen betrachtet.

5.1.3 Expertenbefragung zu Best-Practice-Beispielen

Arbeitspaketübergreifend wurde zusätzlich eine Recherche zur weiteren Einordnung des Musterkonzepts der Notaufnahme anhand nationaler und internationaler *Best-Practice* Beispiele durchgeführt. Dabei wurden die recherchierten Beispiele durch einen gleichen Zeichnungsduktus für eine Expertenbefragung vergleichbar gemacht (Abb. 6, 7).



Legende zu Grundrissen Notaufnahme

Abbildung 6: A) SEH Arnheim, Niederlande; B) Health Alliance of the Hudson Valley, Kingston NY, USA

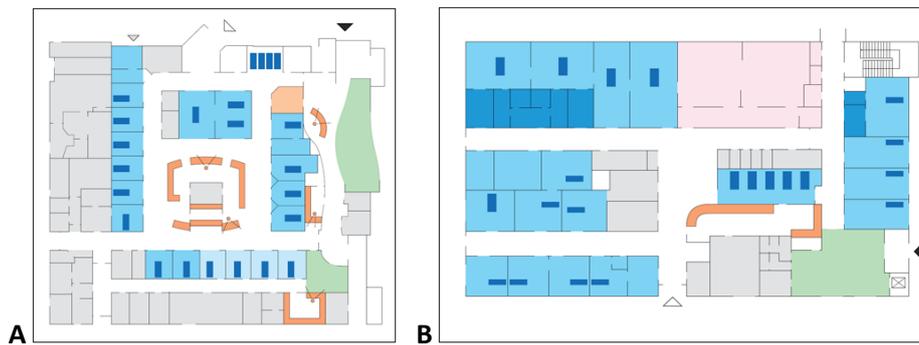


Abbildung 7: A) Newark Wayne Community Hospital NY, USA; B) Klinikum Chemnitz, Deutschland

5.1.4 Berechnung der Erstellungskosten

Teilprojektübergreifend wurden zur Unterstützung des gesundheitsökonomischen Modells zur Kosten-Effektivitätsanalyse die Bau-, Betriebs- und Instandhaltungskosten der zuvor genannten Interventionen 1-8 berechnet. Dafür wurden die Invest-Kosten, die sogenannten Erstellungskosten, über Kostenkennwerte für die Kosten des Bauwerks (Kostengruppe 300+400 nach DIN 276) über den Bau-Kosten-Index der BKI-Tabellen [7] für medizinische Einrichtungen nach NUF (Nutzflächen)-Kennwert berechnet. Hierbei wurde zuerst die statistische Baupreisentwicklung bis November 2021 berücksichtigt, diese im weiteren Verlauf jedoch aufgrund der massiven Baukostenerhöhung der letzten Jahre noch einmal um den Faktor 1,03 erweitert. Die laufenden Kosten, auch FM oder Facility-Management-Kosten genannt, wurden über die Betriebs- und Instandhaltungskosten berechnet. Die German Facility Management Association (GEFMA) bringt hierzu Betrachtungen zur Lebenszykluskosten-Ermittlung von Gebäuden heraus [8]. Insgesamt wurden für jede Intervention (1-8) die zusätzlichen Kosten berechnet, die durch den Eingriff in das *Base Case* Layout der Station entstehen (Anlage 2). So wird z.B. bei der Intervention 11 „EBA + Vent“ die Nutzfläche des Stationsstützpunktes vergrößert und die Luftwechselrate erhöht. Dadurch entstehen höhere Erstellungskosten, da mehr Quadrat- bzw. Kubikmeter gebaut werden müssen, sowie höhere Betriebs- und Instandhaltungskosten, da ein größeres Volumen geheizt, geputzt und Lüftungstechnisch versorgt werden muss. Die Bau-, Betriebs- und Instandhaltungskosten der Intervention sind der Ausgangspunkt zur Berechnung der gesellschaftlichen Kosten der Maßnahme. Hiervon werden die gesellschaftlichen Krankheitskosten der durch die bauliche Intervention vermiedenen Infektionen subtrahiert bzw. addiert, wenn die Maßnahme zu einem Anstieg der nosokomialen Infektionen führt (siehe hierzu den Abschnitt zur gesundheitsökonomischen Evaluation im Methodikteil). Die Gesamtkosten der baulichen Intervention wurden auf einen Betrachtungszeitraum von 1, 5 und 20 Jahren berechnet (Anlage 3). Dabei wurden die Investkosten immer voll für den jeweiligen Zeitraum angesetzt. (Tab. 1).

Tabelle 1: Bau-, Betriebs- und Instandhaltungskosten Interventionen Notaufnahme

Intervention	Gesamtkosten / Betrachtungszeitraum		
	1 Jahr	5 Jahre	20 Jahre
1 <i>Base case</i>	0,00 €	0,00 €	0,00 €
2 <i>Flexible Partitions (FP)</i>	1.497,60 €	3.087,36 €	9.048,96 €
3 <i>Attention (non-urgent) Separation (AS)</i>	91.565,98 €	96.608,70 €	115.518,89 €
4 <i>Holding area non-urgent Separation (HS)</i>	4.466,37 €	4.621,37 €	5.202,63 €
5 <i>ED Base Separation (EBS)</i>	4.466,37 €	4.621,37 €	5.202,63 €
6 <i>ED Base Area extension (EBA)</i>	27.737,17 €	29.264,71 €	34.992,99 €
7 <i>Ventilation (Vent)</i>	0,00 €	0,00 €	0,00 €

5.2 Datenerhebung, Identifikation von Risikofaktoren und Parameterschätzung für mathematische Modellierung der Wirksamkeit von baulichen infektionspräventiven Interventionen

Im Rahmen von InnoBRI wurden für die Evaluation effektiver baulicher Maßnahmen zur Vermeidung von Transmissionereignissen und Prävention nosokomialer Infektionen evidenzbildende Methoden aus der qualitativen und quantitativen Gesundheitsforschung herangezogen. Unter Einbeziehung der verfügbaren Evidenz aus der wissenschaftlichen Literatur sowie Einschätzung von Expert*innen und Nutzer*innen wurden Maßnahmen zur Prävention der Kontaktübertragung und kontaktfreien aerogenen Übertragung (über kleine und große ("Tröpfchen"/Aerosole) nosokomialer Erreger unter *real-life*-Bedingungen evaluiert.

Für die Evaluation wirksamer baulicher Maßnahmen zur Vermeidung von Transmissionereignissen und zur Prävention von NI erfolgten zunächst Recherchen nach aktuellen, methodisch hochwertigen, systematischen, evidenzbasierten Leit-/Richtlinien, KRINKO-Empfehlungen, G-BA-Beschlüssen, im nächsten Schritt die Recherchen mit aggregierter Evidenz nach systematischen Übersichtsarbeiten, ggf. mit Metaanalysen und ggf. ergänzt um eine Suche nach Primärstudien in Datenbanken (PubMed, Cochrane, EMBASE, CINAHL, Web of Science, Google Scholar, LIVIVO), um Parameter und -werte zum Einsatz für die Simulationen mithilfe von epidemiologischen und gesundheitsökonomischen Modellen zu erheben.

Unterstützend zur Parameterschätzung für die Modellierung und die Auswahl effektiver Maßnahmen zur baulichen Infektionsprävention wurden unter verschiedenen räumlichen Bedingungen (stratifiziert nach Einzelzimmer und Mehrbettzimmer) sowie Berücksichtigung der Compliance hygienerelevanter Prozesse die *Real-life* Daten gewonnen, wie:

- gezielte qualitätsgeprüfte Infektions- und Erregersurveillance basierend auf nationalen und internationalen Standarddefinitionen und Methodiken mit Fokus auf den nosokomialen Neuerwerb von potentiell pathogenen Erregern (gezielte Auswertung vorhandener Daten);
- gezielte modellierte empirische Analysen zu logischen Donor-Akzeptor-Ketten innerhalb aller Erreger einer Spezies inklusive Ganzgenomsequenzierung zur Festlegung tatsächlicher Übertragungereignisse (unter Berücksichtigung der klassischen Epidemiologie, Ausbruchsanalysen mit Transmissionsketten und Definition sowohl der *Secondary Attack Rates* (Zusatzauswertung) als auch des Ausmaßes der Umgebungskontamination (gezielt intensiviert im Rahmen des Projektes unter expliziten Einsatz der Ganzgenomsequenzierung);
- gezielte explizit nur für das Projekt neu generierte Daten zur Bestimmung des Ausmaßes der Umgebungskontamination bei Indexpatient*innen mit Indikatorerregern durch extensive Beprobung der patientennahen häufig berührten Flächen inklusiv Ganzgenomsequenzierung;
- *real life* Beobachtungen (*direct observations* als Goldstandard) zur Festlegung von *high-touch* Oberflächen im Setting der Notaufnahme.

Eine Bestimmung des Ausmaßes der Umgebungskontamination („Verschleppung“) wurde durch Beprobung standardisierter relevanter Kontaktstellen, stratifiziert nach Spezies und Raumsituation durchgeführt.

5.2.1 Beprobung patientennahen häufig berührten („*high-touch*“) Oberflächen

Ziel war es, die relative Rolle von patientennahen Flächen mit häufigem Hand-/Hautkontakt (häufig berührten/„*high-touch*“ Oberflächen) in der Umgebung als Erregerreservoir und Übertragungsvektoren in von kolonisierten Patient*innen belegten Isolierzimmern zu untersuchen. Diese Beobachtungsstudie basierte auf Verwendung von Krankenhaus-Routinedaten des mikrobiologischen Screenings entsprechend der KRINKO-Empfehlungen [9-10] als durchzuführende Standards zur Prävention nosokomialer Infektionen.

Als Stichprobe wurden die mit *E. faecium* oder *P. aeruginosa* kolonisierten oder infizierten Patient*innen ausgewählt, die stationär an der UMG zwischen 25.07.23 und 28.11.23 behandelt wurden. Mit Hilfe des *Hybase*-Programms wurden die relevanten klinischen und Screening-Befunde stationärer Patient*innen (n=56) unterschiedlicher Stationen (n=20) der UMG analysiert. Die Isolate von *E. faecium* und *P. aeruginosa* wurden aus verschiedenen Screeninguntersuchungen bzw. klinisch relevanten Untersuchungsmaterialien vorwiegend aus Rektal-, Rachen- und Wundabstrichen, Urinproben oder invasiv gewonnenen Materialien aus Abszessen, Blutkulturen, Venenkatheter, Punktionen und Sekreten ausgewählt. Die Bakterien-Kulturen von *E. faecium*- und *P. aeruginosa*-Isolaten wurden vom Labor des Instituts für Medizinische Mikrobiologie der UMG übernommen und nach Überprüfung auf Reinkultur im Forschungslabor von IK&I asserviert.

In 56 Isolationszimmern auf 20 Krankenhausstationen, die von eingeschlossenen (mit ausgewählten Isolaten von *E. faecium* oder *P. aeruginosa* kolonisierten Patient*innen, n=56) belegt waren, wurden die Umgebungsbeprobungen durchgeführt. Eine Probenahme bezieht sich auf die Beprobung bestimmter patientennaher Oberfläche eines belegten Patientenzimmers an einem einzigen Tag. Einige Probenahmen wurden während des Patientenaufenthalts im Zimmer sowie auch nach der Entlassung über mehrere Nachuntersuchungen wiederholt, um die Erregerpersistenz auf Krankenhausoberflächen dynamisch und als Funktion der Zeit zu beurteilen.

Die patientennahen Oberflächen wurden mit *eSwab*[™] (*Copan Liquid Amies Elution Swab*) abgestrichen. Die *eSwab*-Abstriche wurden direkt auf Blutagar gestreift und 24 h bei 37 °C inkubiert. Die Erregernachweise erfolgten mit klassischen kulturellen Methoden inklusive Resistenztestung mittels Agardiffusionstest. Nach der Koloniemorphologie-Differenzierung wurden die ausgewählten Kolonien auf selektives Agar für Enterokokken, VRE und *P. aeruginosa* überführt. Isolate von *E. faecium* wurden mithilfe von PCR identifiziert. Bestätigte Isolate von *E. faecium* und *P. aeruginosa* wurden molekularer Feintypisierung mittels Ganzgenomsequenzierung (WGS - *whole genome sequencing*) unter Verwendung der Illumina *MiSeq*-Plattform (Illumina Inc., San Diego, USA) unterzogen.

Zum Nachweis der Erregerübertragungen erfolgte molekulargenetisch vergleichende Untersuchung mit Patientenstämmen. Die Ganzgenomsequenzierung der Isolate wurde nach Library-Präparation auf einem *MiSeq* vorgenommen. Zur bioinformatischen Auswertung wurde *Ridom SeqSphere+* verwendet und eine *core genome multilocus sequence typing (cgMLST)* durchgeführt. Dabei erfolgte auf Basis von *Fastq*-Daten ein Assembly und die resultierenden *Contigs* wurden auf mehrere Tausend Gene untersucht, denen jeweils ein Alleltyp zugeordnet wurde. Basierend auf diesen Mustern aus Alleltypen ermittelte das Programm dann sogenannte *Complex Types*, die eine eng verwandte phylogenetische Gruppe repräsentieren. Ferner wurde der *Multilocus Sequence Type (MLST)* ermittelt, der sich aus dem Allelmuster von je nach Bakterienspezies ca. sieben Housekeeping-Genen zusammensetzt.

Diese kombinierte molekularbiologische und klassisch epidemiologische Methodik diente dazu, Risikofaktoren für Transmissionsereignisse im Krankenhaus prototypisch zu quantifizieren.

5.2.2 Befragungen

Mittels einer Kombination (*mixed methods*) von sukzessiv und iterativ aneinander geschalteten qualitativen und quantitativen Befragungsmethoden konnten Ideen, Anforderungen bzw. Beurteilungen von Expert*innen zu Baumaßnahmen identifiziert werden. Der *Mixed-Methods*-Ansatz wurde sequentiell unter Verwendung qualitativer semi-strukturierter Experteninterviews, semi-qualitativer computergestützter Videointerviews (CAVI) mittels Zoom-Plattform und quantitativer Online-Ranking-Umfragen unter Verwendung des *LimeSurvey*-Tools angewandt, um die Wahrnehmung und Akzeptanz architektonischer Interventionen in der Notaufnahme durch Expertengremien (EG1-EG3-Expert*innen) zu bewerten.

1) Qualitative problemzentrierte Experteninterviews

Die initiale Runde der qualitativen problemzentrierten semi-standardisierten und leitfadengestützten Experteninterviews wurde unter Berücksichtigung des Prinzips der Offenheit durchgeführt. Ziel der Interviews war es, Ideen, Anforderungen bzw. Expertenbeurteilungen zu klassischen und innovativen Baumaßnahmen zu identifizieren, die zur Reduktion nosokomialer Infektionsübertragungen in der Notaufnahme beitragen könnten. Der Leitfaden (Anlage 4) für die Durchführung der Interviews wurde gemeinsam im Projektteam erstellt und getestet. Zielgruppe der in qualitativen Interviews befragten Expert*innen waren Bauexpert*innen (Architekt*innen, Expert*innen für Krankenhausbauvorhaben, Facility Manager*innen, Gebäude- und Medizintechnikplaner*innen), Hygieneexpert*innen (Krankenhaushygieniker*innen und Hygienefachkräfte) und Nutzungsexpert*innen (medizinisches und/oder pflegerisches Personal ohne fachliche Aus- und/oder Weiterbildung auf dem Gebiet der Krankenhaushygiene). Es sollten initial ca. 10 Teilnehmende pro Gruppe (n=30) interviewt werden. Die Interviews wurden jedoch bis zur theoretischen Sättigung (n=34) durchgeführt. Interviews wurden so lange durchgeführt, bis keine neuen Erkenntnisse mehr gewonnen werden konnten.

Die Rekrutierung erfolgte über eine offizielle Anfrage per E-Mail. Genutzt wurde das Kontaktnetzwerk der Konsortialpartner des Projektes. Die Anfrage enthielt ein Informationsschreiben zum Projekt, Interview-Ablauf und -zielen sowie Informationen zum Datenschutz inkl. Einwilligungserklärung. Die Teilnehmenden haben vor dem Interview ihr schriftliches Einverständnis gegeben. Die Interviews erfolgten von August 2020 bis Oktober 2020 über ein persönliches Gespräch sowie mittels computergestützter Videointerviews.

Nach der Transkription von Audiodateien der Interviews wurde eine strukturierende qualitative Inhaltsanalyse durchgeführt. Die Interviewtexte wurden nach Kodierregeln computergestützt mit Hilfe von Auswertungssoftware MAXQDA (Version 2020) kodiert. Deduktive Kategorienentwicklung wurde dabei zunächst an den Fragestellungen der Studie orientiert. In einem zweiten Arbeitsschritt wurde das verdichtete Material durch induktive Kategorienentwicklung unter Bezugnahme auf das Ziel analysiert, um mit Hilfe verallgemeinernder Ergebnisse die Trends zeigen zu können.

2) Qualitative Befragung von Expert*innen der ZNA zu Einzelkontakten im Nahbereich

Um ein möglichst realitätsnahes Abbild der Prozesse und Handlungsweisen in den Funktionsstellen der ZNA zu ermöglichen, die relevant für die Übertragung der ausgewählten Erreger sind, wurden im Zuge dieser qualitativen Befragungsrunde Expert*innen für Prozessabläufe der ZNA zu persönlichen Interviews geladen. Inhaltlich lag ein besonderes Augenmerk auf jenen Kontaktsituationen zwischen zwei Personen, die sich im Abstand von weniger als 1,5 m abspielen und somit als Kontakte im Nahbereich definiert sind (Anlage 5).

Um ein womöglich sehr heterogenes Bild der Arbeitsweise verschiedener Notaufnahmen möglichst akkurat abbilden zu können, wurde vermieden, eine Vorauswahl an potentiell in Frage kommenden Prozessen abzufragen und stattdessen in einer qualitativen Interview-Situation explorativ und am Einzelbeispiel erfasst, welche Tätigkeiten als die häufigsten oder zeitintensivsten Handlungsprozesse genannt werden können. Da kein Anspruch auf eine Verallgemeinerung auf eine Gesamtbevölkerung besteht, war keine Zufallsauswahl der Expert*innen aus einer etwaigen Grundgesamtheit nötig, und stattdessen wurde ein kleiner Kreis ausgewählter Expert*innen gezielt angesprochen (n=9). Die Rekrutierung erfolgte über offizielle Anfrage per E-Mail mithilfe der Vernetzung der Konsortialpartner des Projektes. Die Anfrage enthielt ein Informationsschreiben zum Projekt, den Interviewzielen und -ablauf sowie Informationen zum Datenschutz inkl. Einwilligungserklärung. Die Teilnehmenden wurden im Vorfeld über dieses Vorgehen aufgeklärt und haben ihr schriftliches Einverständnis gegeben. Alle Interviews wurden in einem Zoom-Gespräch zwischen zwei Wissenschaftler*innen und dem Interview-Gast im Zeitraum von 01.12.2021 bis 14.12.2021 durchgeführt.

Nachdem in einem ersten Schritt die häufigsten Prozesse des ZNA-Arbeitsalltags umrissen wurden, stuften die Interviewten (n=3) ein, zu welchem Anteil (in Prozent) eine jeweilige Handlung im Nahkontakt stattfindet. Ebenfalls wurden - sofern die Expert*innen darüber Auskunft geben konnten - weitere Begleitumstände dokumentiert, wie etwa die Dauer genannter Prozesse oder auch die Räumlichkeiten, in denen sich jene Prozesse gemeinhin abspielen. Die Interviews wurden aufgezeichnet, anonymisiert transkribiert und nach Kuckartz [11] in MAXQDA (Version 2020) ausgewertet.

3) Quantitative Online-Ranking-Befragung von Hygiene-Expert*innen zu Übertragungsrisiken

Diese Befragung dient dazu, das Transmissionsrisiko unterschiedlicher Krankheitserreger in häufig auftretenden Settings der ZNA zu bestimmen, die über verschiedene Übertragungswege die nosokomialen Kolonisationen/Infektionen auslösen. Die Entwicklung des Fragebogens (Anlage 6) erfolgte in Zusammenarbeit mit den Projektpartnern. Der Fragebogen wurde über die Online Plattform *LimeSurvey* (Version 6.0.0/3.28.) dargestellt.

Eingeladen wurde je eine Person in leitender Funktion innerhalb der Krankenhaushygiene aus allen 38 Universitätskliniken Deutschlands. Da es insgesamt nur weniger als 100 Fachärzt*innen für Hygiene und Umweltmedizin in Deutschland gibt, die im Krankenhausbereich arbeiten, ist dies eine belastbare Stichprobe. Die Rekrutierung erfolgte über eine offizielle Anfrage per E-Mail. Die Anfrage enthielt ein Informationsschreiben sowie Informationen zum Datenschutz. Die Teilnehmenden haben ihr schriftliches Einverständnis in *LimeSurvey* gegeben.

Die Personen, die sich bereit erklärten, an der Befragung teilzunehmen (n=7), wurden gebeten, die ihnen vorgelegten Szenarien in eine Rangfolge der Übertragungswahrscheinlichkeit für die drei untersuchten prototypischen Erreger zu bringen und jedem der Szenarien eine Wahrscheinlichkeitsangabe der Übertragung (in Prozent) zuzuweisen. Aus allen angegebenen Rangfolgen wurde pro Szenario ein Score gebildet. Die vorausgegangene qualitative Expertenbefragung zu Einzelkontakten im Nahbereich trug dazu bei, gängige Prozesse der ZNA zu identifizieren und für diese quantitative Befragung zu schärfen, die für eine Übertragung eines oder mehrerer dieser Erreger in erhöhtem Maße als relevant gelten können.

Zusätzlich zu den Variablen Ort und Erreger wurden die Expert*innen gebeten, jedes der Szenarien drei Mal unter dem Einfluss je einer bestimmten Intervention und einmal ohne eine solche Intervention einzuschätzen. Als Interventionen wurden die folgenden ausgewählt: Separierung von Personengruppen, Flächenvariation/Flächenzuweisung und Automatisierung (wie kontaktlose Alternativen zu herkömmlichen Bedienelementen). Letztlich sollten sich aus den beschriebenen Parametern (drei Erreger, drei Interventionen plus "keine Intervention") - also je 12 Szenarien pro Handlungsprozess und damit 12 verschiedene Transmissions-Werte ergeben. Der erwartete Reduktionseffekt durch Interventionen gegenüber dem *Base Case* wurde in Prozent festgehalten. Auch bei den Interventionen wurden die Befragten gebeten, eine Rangfolge abzubilden, aus der erneut ein Score berechnet wurde, welcher wiederum Rückschluss auf Tendenzen innerhalb der Szenarien gibt.

Die Beantwortung erfolgte anonym über *LimeSurvey*. Die Umfrage lief vom 19.07.2022 bis zum 30.07.2022. Die Auswertung der Umfrage erfolgte deskriptiv mithilfe von R (Version 4.1.3). Da diese quantitative Befragung in quantifizierbaren epidemiologischen Größen münden, wurde die Vergleichbarkeit durch übliche Lagemaße (arithmetisches Mittel, Standardabweichung, Median) gewährleistet und konnte in die Modellierung übertragen werden.

4) Semi-qualitative Befragung von Hygiene-Expert*innen mittels computergestützter Videointerviews (CAVI) zu Transmissionsrouten in Notaufnahmen

Während die vorangegangene quantitative Befragung eine Einschätzung der Risiken beinhaltete, unter denen eine Übertragung der drei Erreger innerhalb der bestimmten Prozesse zu erwarten ist, konzentrierte sich diese qualitative Befragung auf die Bestimmung

der prozessinternen Transmissions-Routen, um einen Einblick in den Verlauf der Transmissionen in ZNAs gewinnen zu können. Quantitative und semi-qualitative Befragungen haben gemein, dass die Ergebnisse als Parameter für die anschließende mathematische Modellierung mit möglichst realistischen Werten aus der Alltagserfahrung der befragten Expert*innen eingesetzt werden konnten.

Die Struktur des Leitfadens (Anlage 7) orientierte sich an Parametern, die direkt in die Modellierung einfließen sollten:

- für SARS-CoV-2: Atmungs-Aktivitäten/Masken-Verhalten (HEADS-App), Dauer der Kontakte zwischen allen Beteiligten jedes Prozesses;
- für *P. aeruginosa*/Enterokokken: Transmissions-Risiken innerhalb zuvor festgelegter Transmissions-Routen;
- für Interventionen: Reduktion der vorigen Übertragungsrisiken.

Die fest definierten Prozesse der ZNA sollten erläutert werden, um dann gemeinsam die Daten-Tabellen zu füllen – erst im Base Case, dann (nach Erläuterung jener) für die Interventionen. Alle Personen, Räume und Interaktionen der Prozesse sowie Interventionen wurden klar definiert und den Expert*innen vorgestellt, um eine Parametereinschätzung zu allen drei Erreger-Outcomes treffen zu können.

Diese Befragung erhob keinen Anspruch darauf, eine Population wie etwa die Gesamtheit aller ZNAs in Deutschland repräsentativ abzubilden. Vor diesem Hintergrund wurden ausgesuchte Expert*innen auf dem Gebiet der Krankenhaushygiene zur Rate gezogen, welche nicht im Rahmen einer der vorigen Befragungen kontaktiert worden waren. Angestrebt wurden $n \geq 10$ Teilnehmende. Die Rekrutierung erfolgte über offizielle Anfragen innerhalb der Netzwerke der Konsortialpartner des Projektes. Die Anfrage enthielt ein Informationsschreiben sowie Informationen zum Datenschutz inkl. Einwilligungserklärung. Die Teilnehmenden wurden im Vorfeld über dieses Vorgehen aufgeklärt und haben ihr schriftliches Einverständnis gegeben. Die Befragung lief mittels computergestützter Videointerviews (CAVI) im Zeitraum vom 27.01.2023 bis zum 20.02.2023.

Jeder der im Voraus identifizierten Prozesse wurde einzeln danach abgefragt, welchen Anteil die in jenen Prozess eingebundenen Personen an den Transmissionen der drei Erreger haben. Daraus ergibt sich letztlich ein Bild davon, mit welcher Wahrscheinlichkeit oder Häufigkeit die Erreger sowohl zwischen den anwesenden Personen, als auch zwischen den Personen und der Umgebung in ZNAs übertragen werden.

Die Auswertung der Umfrage erfolgte deskriptiv mit Hilfe von R (Version 4.1.3). Da diese semi-qualitative Befragung in quantifizierbaren epidemiologischen Größen münden, wurde die Vergleichbarkeit durch übliche Lagemaße (arithmetisches Mittel, Standardabweichung, Median) gewährleistet und konnte in die Modellierung übertragen werden.

5) Fokusgruppen (Gruppendiskussionen zur Konsolidierung der Ergebnisse)

Abschließend wurden Fokusgruppen als moderierte und fokussierte Gruppendiskussionen interdisziplinärer Expert*innen ($n \geq 10$) in einem interaktiven Umfeld (eine Online-Videokonferenz) eingesetzt, um die Erkenntnisse aus bisherigen Befragungsrunden und Modellierungen zu diskutieren und bereits erzielten Ergebnisse der Evaluation von einzelnen baulich-funktionellen Interventionen zu konsolidieren. Im Kontext der angestrebten Gesamtevaluation „gebündelter“ Interventionen zur Prävention multipler nosokomialer Erregerübertragungen für bestimmte Krankenhausbereiche wie ZNA wurden durch den gegenseitigen Austausch der Diskussionsteilnehmer*innen der Fokusgruppen ihre Erfahrungen und Einschätzungen über die jeweilige Akzeptanz bzw. Übertragbarkeit der Ergebnisse auf differenzierte Szenarien erhoben. Neben der Exploration infektionspräventiver Wirksamkeit konnten auch Herausforderungen oder sogar Co-Benefits in infektionskritischen hygiene-relevanten Bereichen im Krankenhaus aus der Sicht der Nutzer bewertet werden.

Bei der Zusammensetzung der Fokusgruppe wurde auf eine homogene Grundgesamtheit geachtet, die sich aus IPC-Expert*innen mit Erfahrung in ZNA zusammensetzte. So konnte von

einer Ausgeglichenheit von Redebeiträgen, Wissens- und Sprachniveau ausgegangen werden. Dies gilt als wichtige Voraussetzung bei Fokusgruppen. Es wurden kleinere Fokusgruppen mit ca. n=3 Personen angestrebt, um jeden Teilnehmenden ausreichend Möglichkeiten zum Beitrag zu geben. Die Rekrutierung der Teilnehmenden erfolgte über eine offizielle Einladung mittels E-Mail. Die Termine für die Fokusgruppen wurden in gemeinsamer Abstimmung festgelegt.

Die erste Fokusgruppe wurde mit dem Fokus SARS-CoV-2 durchgeführt, die zweite fokussierte sich auf *P. aeruginosa* und VRE. Als Leitfaden (Anlage 8) diente eine PowerPoint-Präsentation, welche während der Fokusgruppe vorgestellt wurde. Die Präsentation wurde gemeinsam in der Projektgruppe erstellt. Die Fokusgruppen wurden durch ein Projektmitglied moderiert. Zu Beginn der Fokusgruppen wurden kurz generelle Informationen zum Ablauf und zum Datenschutz gegeben. Die einzelnen Expert*innen stellten sich kurz vor. Das Projekt wurde kurz vorgestellt, dann folgte die Zielsetzung der Fokusgruppen sowie die Vorstellung der Methodik und Ergebnisse der zu diskutierenden Modellierung. Den Großteil der Fokusgruppe nahm die Diskussion der Ergebnisse ein. Zum Schluss wurde ein gemeinsames Fazit gezogen.

Die Fokusgruppen wurden aufgezeichnet, anonymisiert transkribiert und mit MAXQDA ausgewertet. Die Auswertung erfolgte, angelegt an Ruddat [12], über die Zusammenfassung zentraler Diskussionspunkte. Die Teilnehmenden wurden über dieses Vorgehen aufgeklärt und haben ihr schriftliches Einverständnis gegeben.

Die in Fokusgruppen gewonnenen Einschätzungen können neben Überprüfung von Projektkonzepten auf ihre Akzeptanz, Effekten und Anwendbarkeit der Projektergebnisse auch einen Anstoß für weiterführende Forschung geben, die für Entwicklung der innovativen architektonischen Baukonzepte zur optimierten Patientenversorgung und Reduktion nosokomialer Infektionsübertragungen beitragen sollen.

5.3 Mathematische Modellierung der Wirksamkeit von baulichen Interventionen

5.3.1 Modellgrundlagen und Konzeption

Es wurde eine mathematische Modellierungsplattform aufgebaut, um die Wirksamkeit struktureller Maßnahmen zur Infektionsprävention zu untersuchen. Zu diesem Zweck wurde ein agentenbasierter Modellierungsansatz verwendet, der einen flexiblen Rahmen für die Darstellung von komplexen Prozessen in Funktionsbereichen wie der ZNA bietet. Agentenbasierte Modelle (ABM) können sehr realistisch das Verhalten eines Systems wie eines Krankenhauses abbilden, das auf der Dynamik von Individuen beruht, wie z. B. den Interaktionen zwischen Patient*innen und Mitarbeiter*innen (HCW), den Bewegungsprofilen von Patient*innen in Funktionsbereichen und den Zeitplänen von HCWs [13]. ABMs simulieren dabei computergestützt Aktionen und Interaktionen von Agenten, um deren Auswirkungen auf systemweite Ergebnisse zu bewerten [14]. Die Verhaltensweisen und Handlungen jedes Agenten werden dabei durch einen Satz vordefinierter Regeln abgeleitet. Durch diesen Ansatz ist es möglich, bewegliche Agenten (wie Patient*innen, die sich zwischen den Bereichen der Notaufnahme bewegen) und auch unbelebte Agenten (Betten, Tische oder medizinische Geräte wie z.B. Blutdruckmanschetten) zu erzeugen. Die Interaktionsregeln zwischen den verschiedenen Agenten werden dann auf alle beweglichen belebten und unbelebten Agenten im System angewendet.

2) Modulare Plattform

Die mathematische Modellierungsplattform wurde modular aufgebaut, um alle relevanten Funktionen zu integrieren und die Auswirkungen architektonischer Eingriffe auf die Funktionsstellen zu testen. Die Plattform enthält die folgenden Funktionen: Integration von Funktionsstellen in Funktionsbereiche (architektonische Pläne), datenbasierte Regeln für bewegliche und statische Agenten (Ankunft, Flüsse und Interaktionen), evidenzbasierte Regeln für die Übertragungswahrscheinlichkeit (Übertragungswege von Krankheitserregern) und Regeln für den Effekt von Interventionen auf die Bewegungen und Verhaltensweisen von Agenten. Im Folgenden wird die Ausgestaltung der Plattform für den Bereich ZNA näher

beschrieben. Andere Funktionsbereiche eines Krankenhauses können dabei mit analoger Methodik ebenso ausgestaltet werden. Die Modellierungsplattform wurde in Python Version 3.12.1 erstellt und kann unter https://zivgitlab.uni-muenster.de/clinical-epi/innobri_platform angesteuert werden.

Notaufnahmebereiche - Baupläne

In Anlehnung an die Ergebnisse von AS1 integriert die Simulationsplattform die realen Eigenschaften von Krankenhausbereichen, indem sie die architektonischen Pläne einer ZNA in Deutschland verwendet. Anhand der Raummerkmale der ausgewählten Bereiche wurde ein entsprechendes abstrahiertes Notaufnahmemodell entwickelt (Abb. 8).

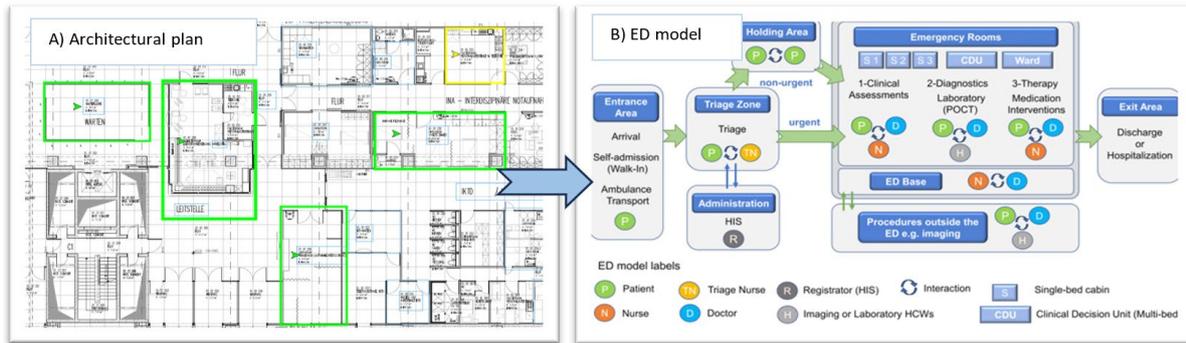


Abbildung 8: Modellflächen der Notaufnahme in Übereinstimmung mit den ausgewählten Stationsräumen in AS1 und den realen Architekturplänen. Teil B dieser Abbildung wurde von Hernandez-Mejia et al. [15] übernommen.

Regeln für bewegliche und statische Agenten (Ankünfte, Flüsse und Interaktionen)

Das Ankunftsdatum der Notfallpatient*innen basiert auf den Daten des Notfallregisters der deutschen Universitätskliniken [16] (Abb. 8-A). Das Modell verwendet einen Zeitmanager, um die Ankunft der Patient*innen zu koordinieren und die Zeit zu planen, die sie in jedem Bereich der ZNA verbringen (Abb. 9-B).

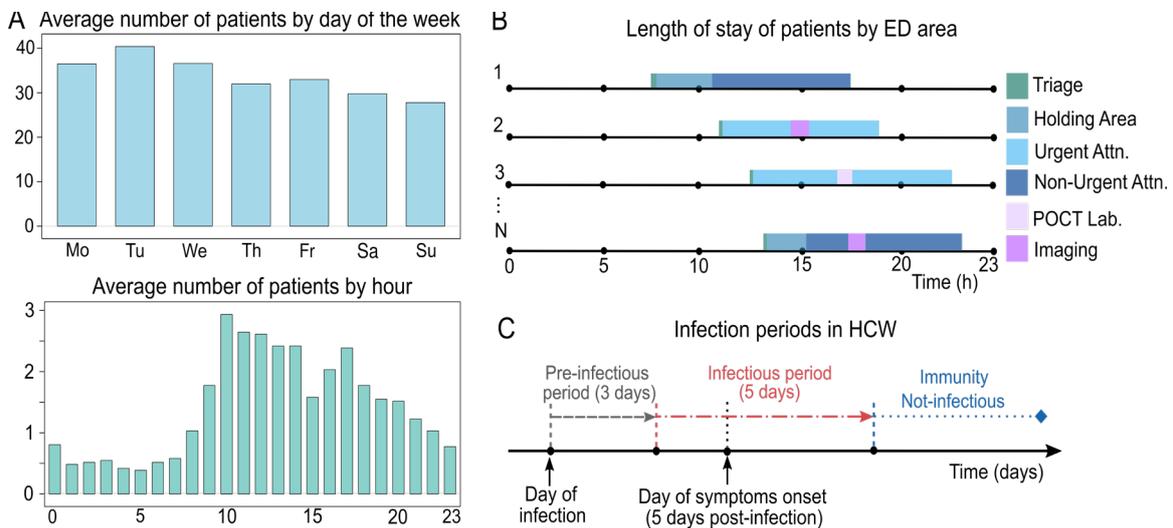


Abbildung 9: Zeitmanager des Modells. A) Daten über den durchschnittlichen Anteil der Patient*innen, die pro Wochentag in der Notaufnahme (ED) ankommen (oben) und die Verteilung der Ankunftszeit während des Tages, pro Stunde (unten). B) Die Zeitleisten zeigen die Wege, die die Patient*innen nehmen können. Die Patient*innen können einige Bereiche teilen und daher mit anderen Patient*innen oder medizinischem Personal interagieren, je nachdem, wie viel Zeit sie in den einzelnen Bereichen der Notaufnahme verbringen. C) Unter Berücksichtigung von SARS-CoV-2 als Beispiel für einen respiratorischen Krankheitserreger können sich susceptible HCWs infizieren und infektionsbedingte Phasen durchlaufen. Teil B dieser Abbildung wurde aus Hernandez-Mejia et al. [15] übernommen.

Außerdem berücksichtigt der Zeitmanager epidemiologisch relevante Zeiträume wie Inkubationszeiten und (prä-)infektiöse Perioden, je nach Infektionserreger für Infektion (SARS-CoV-2) oder Kolonisation (*Enterococcus spp.*, *P. aeruginosa*). Der Zeitmanager arbeitet dabei stochastisch und zieht je nach Verteilungsfunktion zufällig einen Wert aus der evidenzbasiert

abgeleiteten Zeitspanne und verwendet ihn z.B. als Interaktionsdauer für einen bestimmten Kontakt (Abb. 9-B). In Tabelle 2 sind die Interaktionszeiten zwischen Patient*innen und medizinischem Personal in ZNA-Bereichen angegeben [15]. Im Modell kommen die Patient*innen in der Notaufnahme an und begeben sich in die Triage-Zone (Abb. 8-B), wo die Triage durchgeführt wird. Die Registrierung im Krankenhausinformationssystem (KIS) erfolgt parallel zum Triageprozess. In deutschen Notaufnahmen werden verschiedene Triage-Scoring-Systeme verwendet (z. B. der *Emergency Severity Index* (ESI) und das *Manchester Triage System* (MTS)). Auf dieser Basis werden Patient*innen in dringende und nicht dringende Fälle unterteilt und werden von der Triagezone direkt in den Holdingbereich (nicht dringende Fälle) oder in die Notfallbehandlung (dringende Fälle) weitergeleitet. Innerhalb der Notaufnahmen sind in der *Clinical Decision Unit* (CDU) Mehrbettzimmer zusammengefasst. Der Bereich für nicht dringende Fälle verfügt über zwei Räume mit drei Betten (CDU), während der Bereich für dringende Fälle über eine 6-Betten-Station verfügt, da dringende Fälle eine schnellere Handlung des Gesundheitspersonals (und keine bewegungseinschränkende Strukturen) erfordern. Einige Bereiche wie die Bildgebungsuntersuchungen können auch außerhalb der Notaufnahme untergebracht werden. In der Notaufnahme treffen sich zudem die Mitarbeiter*innen in spezifischen Räumlichkeiten, um organisatorische Informationen unter sich auszutauschen. Mithilfe des Zeitmanagers werden die Routineaktivitäten, Arbeitsschichten und der Infektionsstatus entsprechend den Infektionsperioden festgelegt (Abb. 9-C). Es gibt drei 8-Stunden-Schichten und ein 30-minütiges Zeitfenster zu Beginn jeder Schicht für den Schichtwechsel. Während des Schichtwechsels treffen sich alle HCWs in der ZNA-Basis, um organisatorische Informationen auszutauschen.

Tabelle 2: Interaktionszeitmöglichkeiten zwischen Patient*innen und medizinischem Personal in der Notaufnahme

Bereich der ZNA	Länge der Fernfeld-Interaktionen (in Minuten)			Anteil der Zeit, die in Nahfeld-Interaktionen verbracht wird		
	Zeit im Bereich ^a Pat - Pat	Zeit im Bereich ^a Pat - HCW	Zeit im Bereich ^c HCW - HCW	Anteil der Zeit ^b Pat - Pat (%)	Anteil der Zeit ^b Pat - HCW (%)	Zeit pro Schicht ^c HCW - HCW
Triage	-	bis zu 10	60	-	-	40
Holdingbereich	10 – 20		-	5 - 10	-	-
Behandlungsbereich (dringende Fälle)	120 - 240		40	5 - 10	5 - 10 (Dr) ^d 10 - 20 (Nr) ^d	20 (Nr - Nr) ^c 10 (Dr - Nr) ^c
Behandlungsbereich (nicht dringende Fälle)	120 - 360		40	5 - 10	5 - 10 (Dr) ^d 10 - 20 (Nr) ^d	20 (Nr - Nr) ^c 10 (Dr - Nr) ^c
Bildgebung und Point of Care Testing (POCT)	-	10 - 60	60	-	5 - 10	30
ZNA-Basis	-	-	30	-	-	10 - 30

^a Zeit, in der die Personen in einem bestimmten Bereich/Raum interagieren. In der Tabelle wird sie als Zeitspanne für Pat-Pat- und Pat-HCW-Interaktionen angegeben.

^b Der Anteil der Zeit (%) an der Gesamtzeit in dem Bereich, der für Pat-Pat- und Pat-HCW-Interaktionen aufgewendet wird.

^c Zeit für Interaktionen zwischen HCW und HCW im Nahbereich pro Bereich (Schicht). Pfleger-Pfleger (Nr-Nr) und Arzt-Pfleger (Dr-Nr)

^d In den Behandlungsbereichen ist der Zeitanteil für die Interaktionen von Pat mit einem Krankenpfleger (Nr) oder einem Arzt (Dr) angegeben.

Evidenzbasierte Übertragungswahrscheinlichkeit - Regeln für die Übertragung von Krankheitserregern

Auf Basis der Ergebnisse von AS2 enthält das Modell Übertragungswahrscheinlichkeiten für die drei ausgewählten Erreger. Diese Wahrscheinlichkeiten folgen verschiedenen Übertragungswegen und Übertragungsregeln.

5.3.2 SARS-CoV-2-Übertragungen

Fernfeld-Übertragung. Die Ausbreitung in Innenräumen wird in der Literatur häufig mit Hilfe des Wells-Riley (WR)-Ansatzes untersucht, der das Gleichgewicht von Entstehen und Absinken

luftgetragener infektiöser Viruspartikel in einer gut gemischten Innenraumumgebung über die Zeit berücksichtigt [17]. WR misst die Viruspartikel in Einheiten eines Infektionsquantums, definiert als die infektiöse Dosis, die für eine 63,21%-ige Infektionswahrscheinlichkeit (ID63.21) erforderlich ist [18]. Die Übertragungswahrscheinlichkeit (TP) im Fernfeld in einer gut gemischten Innenraumumgebung wird mit Hilfe des von Nordsiek et al. [18] entwickelten Ansatzes unter Verwendung der webbasierten Softwareanwendung „Human Emission of Aerosol and Droplet Statistics“ (HEADS) [19] berechnet. HEADS wurde durch das Team von Eberhard Bodenschatz am Max-Planck-Institut für Dynamik und Selbstorganisation in Kooperation mit dem Team von Simone Scheithauer an der UMG entwickelt. Es basiert auf einem intensiven Literaturreview mit Extraktion aller für die Quantifizierung von Übertragungsrisiken erforderlichen Teilengrößen sowie auf durch die beiden Institute durchgeführten zusätzlichen Experimenten. Die App wurde im Rahmen des Projekts B-FAST ("Bundesweites Forschungsnetz Angewandte Surveillance und Testung", Nationales Forschungsnetzwerk der Universitätsmedizin zu Covid-19 (NaFoUniMedCovid19), gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung, FKZ: 01KX2021) entwickelt. Tabelle 3 zeigt verschiedene Aktivitätsprofile für verschiedene Bereiche der Notaufnahme. Dadurch wird der Anteil der Zeit, die eine Person mit Sprechen (SP), Schreien (SH, gilt auch als Husten und Niesen) und Atmen (BR) verbringt, bestimmt. Mithilfe von HEADS (Abb. 10, Tabelle 3) und der Angabe der Interaktionszeit (Tabelle 2) berücksichtigt die Übertragungswahrscheinlichkeit die Anzahl der infektiösen Personen in einem ZNA-Bereich. HEADS integriert auch Merkmale des Raums (z.B. Filtereffizienz des Belüftungssystems), die Nutzung von Masken (z. B. Effizienz und Leckage) und Merkmale des Virus (z. B. ausgeatmete Viruslast).

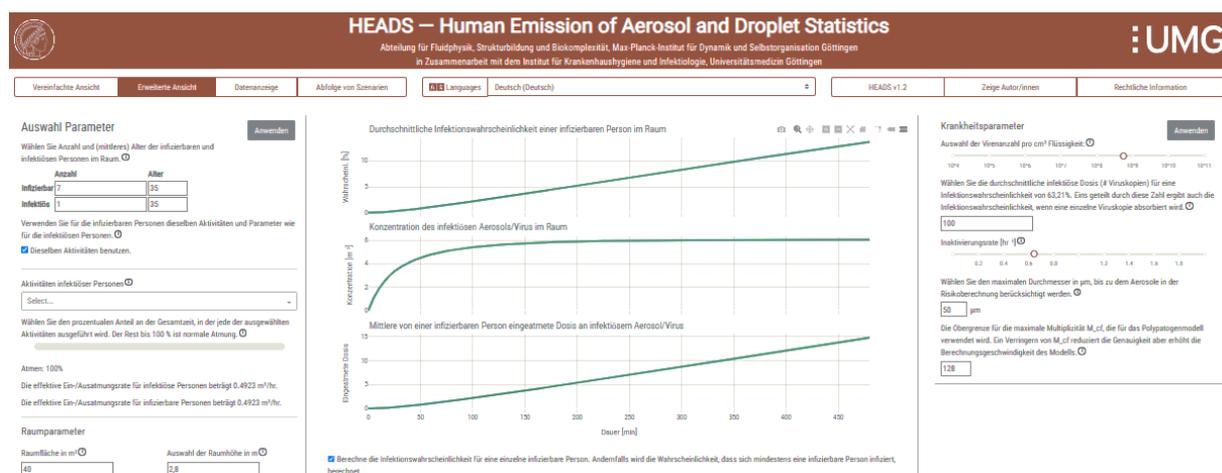


Abbildung 10: Übersicht über die Oberfläche des HEADS-Programms (Human Emission of Aerosol and Droplet Statistics) [19]

Die dynamischen Werte für die mittlere Übertragungswahrscheinlichkeit unter Verwendung von HEADS werden für jeden interagierenden Agenten pro Notaufnahmebereich implementiert (Abb. 11-A).

Übertragung im Nahfeld. Für die Abschätzung der Übertragung im Nahfeld wurden Studien herangezogen, die die Auswirkungen von ausgeatmeten Aerosolen und Tröpfchen im Nahfeld unter Berücksichtigung der Tröpfchengröße [20, 21], der Ablagerung auf empfindlichen Atemwegsmembranen und des Ursprungs der ausgeatmeten Partikel im Atemtrakt bewerten [22]. In einer kürzlich veröffentlichten Studie wurde die Auswirkung der Art der Gesichtsmaske auf das SARS-CoV-2-Infektionsrisiko in Nahfeld-Interaktionen bewertet, wobei die Übertragungswahrscheinlichkeit (TP) als Funktion der Zeit beschrieben wurde. Unser Modell verwendet die TP-Schätzungen von Bagheri et al. [23]. Die TP im Nahfeld ist durch den Anteil der Zeit an der Gesamtzeit gegeben, in der Personen eng miteinander interagieren; wenn z.B. medizinisches Personal einen Behandlungsbereich betritt, zählt nur die Zeit für die Untersuchung der Patient*innen als Interaktionszeit im Nahfeld. Somit wird für eine vom Zeitplaner bereitgestellte Nahfeld-Interaktionszeit die mittlere TP entsprechend dem

Aktivitätsprofil und der Maskennutzung ausgewählt. Abbildung 11-B zeigt die mittlere TP im Nahfeld über die Zeit, die eine nur atmende susceptible Person erfährt, wenn sie mit einer sprechenden (*speak*) oder atmenden (*breath*) infektiösen Person interagiert, wenn beide eine chirurgische (S) oder FFP-2 (F) Maske tragen. Die TP im Nahfeld basiert auf dem Anteil der Zeit, in der die Personen eng miteinander interagieren, an der Gesamtzeit, die sie sich in einem Raum aufhalten (Tabelle 3).

Tabelle 3: Verhaltensmerkmale (Aktivitätsprofil) und architektonische Merkmale in der Notaufnahme (im Hinblick auf das Übertragungsrisiko im Fernfeld)

Bereich der Notaufnahme	Aktivitätsprofil von Patienten und HCWs		Architektonische Charakteristika		
	Patientenaktivität (%) (SP SH BR) ^a	HCW-Aktivität (%) (SP SH BR) ^a	Fläche (m ²)	Höhe (m)	Luftaustauschrate (1/hr)
Triage	70 0 30	70 0 30	45	3	5
Holdingbereich	40 10 50	-	40	3	6
Behandlungsbereich (dringende Fälle)	20 10 70	50 10 40	35	3	18
Behandlungsbereich (nicht dringende Fälle)	20 10 70	50 10 40	45	3	8
Bildgebung	10 0 90	10 0 90	50	3	9
Point of Care Testing (POCT)	10 0 90	10 0 90	35	3	18
ZNA-Basis	-	50 10 40	16	3	9

^a SP: Speaking normally, SH: Shouting (assumed to represent coughing and sneezing), und BR: Breathing

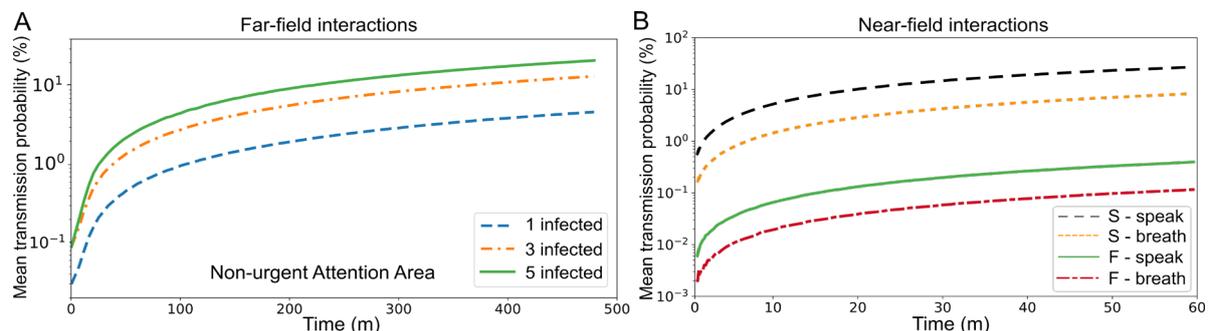


Abbildung 11: Mittlere Übertragungswahrscheinlichkeit von SARS-CoV-2. A) HEADS-generierte mittlere Fernfeld-Übertragungswahrscheinlichkeit für eine susceptible Person im Behandlungsbereich (nicht dringend), wenn sich eine (gestrichelte Linie), drei (gestrichelt-gepunktete Linie) und fünf (durchgezogene Linie) infizierte Personen in dem Bereich befinden. B) Mittlere Übertragung im Nahfeld für eine nur atmende susceptible Person, die einer atmenden oder sprechenden infektiösen Person ausgesetzt ist, die beide eine chirurgische Maske (S) oder eine FFP2-Maske (F) tragen. Die Übertragungswahrscheinlichkeiten im Nahfeld wurden von Bagheri et al. [23] übernommen und angepasst. Diese Abbildung wurde aus von Hernandez-Mejia et al. [15] übernommen.

5.3.3 Übertragungsverhalten für *P. aeruginosa* und Enterokokken (VRE)

Die Parametrisierung für *P. aeruginosa* und Enterokokken (VRE) wurde an die Übertragungsdynamik von bakteriellen Krankheitserregern angepasst. Hierbei muss neben der TP selbst die Aufnahmeprävalenz von Patient*innen, die Krankheitsdynamik, und die Auswirkungen von Interventionen für jeden der Notaufnahme-Bereiche und die vorhandenen Prozesse angepasst werden. Eine direkte Ableitung von TPs über evidenzbasierte Modellierung der Erregerflüsse innerhalb eines Raumes, wie für SARS-CoV-2 über HEADS umgesetzt, ist bei anderen Erregergruppen nicht möglich, so dass die TP anhand erwarteter Häufigkeiten von Infektionen innerhalb des Funktionsbereichs kalibriert wurde.

Die angenommene Prävalenz für *P. aeruginosa* basiert dabei auf Daten des Nationalen Referenzzentrums für Surveillance von NI, welche Informationen für bekannte Besiedlungen und Infektionen mit multi-resistenten *P. aeruginosa* bereitstellt (Tabelle 4). Die vorhandene Information zur Aufnahmeprävalenz für das Krankenhaus wird in diesem Fall zur

Parametrisierung der Notaufnahmeaufnahmeprävalenz genutzt. In der Simulation selbst werden nicht nur multi-resistente Infektionen modelliert, sondern die Besiedlung (Kolonisation) mit suszeptiblen und resistenten Bakterienstämmen, um die vollständige Übertragungsdynamik erfassen zu können. Da hierfür national und international keinerlei Daten vorliegen, sind zwei Korrekturfaktoren notwendig, um die vorhandenen Daten zu multi-resistenten Infektionen anzupassen. Der erste Korrekturfaktor berücksichtigt den Anteil multi-resistenter Erreger an allen Erregern, der zweite korrigiert für die Untererfassung der Kolonisationen, da keine systematische Erfassung durch Screening stattfindet (Tabelle 4). Beide Korrekturfaktoren wurden in AS2 im Rahmen multidisziplinärer Experteninterviews abgeleitet. Wenn man diese Logik für die Ableitung der Aufnahmeprävalenz pro Monat (mit circa 1000 untersuchten Patient*innen) anwendet, kommen 18 mit *P. aeruginosa* kolonisierte Patient*innen in die ZNA an. Ähnliche datenbasierte Schätzungen für die Aufnahmeprävalenz werden für Enterokokken verwendet.

Tabelle 4: Ableitung der Aufnahmeprävalenz für *P. aeruginosa* im Funktionsbereich ZNA

Parameter	Berechnung	Surveillancedaten zu multiresistenten <i>P. aeruginosa</i>	Korrekturfaktor für Multiresistenz (Faktor 10)	Korrekturfaktor für Untererfassung (Faktor 2,5)
Aufnahmenprävalenz	Zahl der Fälle pro 100 Patienten	0,07	0,7	1,75
	Zahl der Fälle pro 1000 Patienten	0,7	7,0	17,50

Die TP für verschiedene Prozesse und Interaktionstypen wurden in einem standardisierten Verfahren kalibriert. Dabei wurden die Art der Interaktion und des Prozesses berücksichtigt und wiederum als relative Faktoren mit der kalibrierten Hintergrund-TP (*Beta*) multipliziert (Parametrisierung entsprechend den Ergebnissen von AS2; Tabelle 5 - *P. aeruginosa*, Tabelle 6 - Enterokokken). Wenn zum Beispiel *Pat_Pat_Atten* der Faktor für die Interaktion zwischen zwei Patient*innen und *R_Atten* der Faktor für Prozesse im Behandlungsbereich ist, wird TP für diesen Prozess und diese Interaktion wie folgt berechnet:

$$TP = Beta \times Pat_Pat_Atten \times R_Atten \quad (E\ 1)$$

Tabelle 5: Relativer Beitrag von Prozessen und Interaktionen für die Übertragungswahrscheinlichkeit von *P. aeruginosa*

Prozesse	Zeit im jeweiligen Bereich (in Minuten)		Relativer Beitrag (Prozess und Interaktion) (%)					
	Patienten	Mitarbeitende (HCWs)	Prozess	Pat - Pat	Pat - HCW	HCW - HCW	Pat - Fomit	HCW - Fomit
Aufnahme und Triage	5 - 10	Schicht	0 - 5	0	80	0	5	15
Holdingbereich	bis zu 120	-	5 - 10	30	-	-	70	-
Behandlungsbereich	120 - 360	Schicht	20-60	7	42,5	15	28	13,5
ZNA-Basis	-	30	5 - 10	-	-	40	-	60

Tabelle 6: Relativer Beitrag der Prozesse und Interaktionen für die Übertragungswahrscheinlichkeit von Enterokokken

Prozesse	Zeit im jeweiligen Bereich (in Minuten)		Relativer Beitrag (Prozess und Interaktion) (%)					
	Patienten	Mitarbeitende (HCWs)	Prozess	Pat - Pat	Pat - HCW	HCW - HCW	Pat - Fomit	HCW - Fomit
Aufnahme/ Triage	5 - 10	Schicht	0 - 5	0	60	0	15	25
Holdingbereich	bis zu 120	-	5 - 10	20	-	-	80	-
Behandlungsbereich	120 - 360	Schicht	40-70	7	27	6	42	18
ZNA-Basis	-	30 min	5 - 10	-	-	40	-	60

Für die Infektionsdynamik des Erregers wurde ein SIS-Modell angenommen, wobei nach einer initialen Kolonisationszeit von sieben Tagen eine Dekolonisation mit einer Rate von 1/50 stattfindet.

Berücksichtigung der Übertragung durch unbelebte Oberflächen (*Fomites*)

Für die Übertragung der Leitkeime *P. aeruginosa* und Enterokokken sind unbelebte Oberflächen (sogenannte *Fomites*) wichtig, die mit bakteriellen Krankheitserregern kontaminiert werden können und daher eine Rolle bei der Übertragungsdynamik in der ZNA spielen. Tabelle 7 zeigt die ausgewählten *Fomites* für jeden Bereich der ZNA und die Häufigkeit der Interaktion zwischen Patient*innen und medizinischem Personal mit diesen Oberflächen. Der Beitrag der *Fomites* folgt dem relativen Beitrag der Interaktionen (Tabelle 5 - *P. aeruginosa*, Tabelle 6 - Enterokokken) und liefert gemäß Gleichung 1 die Übertragungswahrscheinlichkeit für die Gruppe der Interaktionen mit unbelebten *Fomites*. Die Beprobungen von VRE- und *P. aeruginosa*-Keimbelastung der Krankenhausumgebung aus AS2 wurden dazu verwendet, um die Kontaminationswahrscheinlichkeiten der verschiedenen modellierten Oberflächen am Anfang der Modelllaufzeit zu ermitteln. Für *P. aeruginosa* hatten Blutdruckmanschetten deshalb eine 3% Chance, von Anfang an kontaminiert zu sein, Stühle 12,5% und alle anderen Flächen 2,2%. Für VRE waren diese Wahrscheinlichkeiten 3% für Blutdruckmanschetten, 25% für Stühle, 8,3% für Waschbecken und 9% für andere Flächen.

Tabelle 7: Im Notaufnahme-Modell berücksichtigte Verbreitungsgebiete

Notaufnahmebereich	<i>Fomites</i>	Regel für Interaktionshäufigkeit (Pat oder HCW)*
Aufnahme	Schalter	Patienten einmal (nur wenn kein dringlicher Fall) und HCW einmal
	PC	HCW einmal
Holdingbereich	Stuhl	Patienten einmal
Behandlungsbereich	Blutdruckmanschette/ Oberflächen	Im Mittel alle 5 Minuten Patienten und HCW
	PC	HCW dreimal pro Aufenthalt
ZNA-Basis	Waschbecken	HCW dreimal pro Aufenthalt
	Lichtschalter	HCW einmal
	Türöffner	HCW einmal

*Die Tabellenwerte wurden auf der Grundlage des Konsenses eines multidisziplinären Expertengremiums festgelegt

5.3.4 Auswirkungen der Anwendung architektonischer Interventionen

Auf der Grundlage von AS1 und unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Erregercharakteristika wurden die ausgewählten architektonischen Interventionen in verschiedene Regeln für die verschiedenen Modellagenten – Patient*innen, HCWs und *Fomites* - umgesetzt. Die Regeln wurden wie folgt auf Basis der Arbeit von AS2 definiert.

Interventionsgruppe I – Separierung

1) *Flexible Partitions (FP)*

Flexible Trennwände, wie z.B. Vorhänge, Paravents trennen die Patientenbetten in den Behandlungsräumen des nicht dringenden Bereichs (für ambulante Patient*innen) der ZNA. Im Gegensatz zum *Base Case*, bei dem Pflegekräfte zufällig ausgewählt werden können, um Patient*innen zu betreuen, wird bei dieser Intervention eine Pflegekraft einem bestimmten Patientenbett zugewiesen, d.h. eine Pflegekraft kümmert sich immer um bestimmte Patient*innen während ihres ZNA-Aufenthaltes. Die gleiche Logik gilt für Ärzt*innen und eingesetzte Medizinprodukte, wie z.B. Blutdruckmanschetten. Statt einer Manschette pro Behandlungszimmer wird bei dieser Intervention je eine Manschette für ein Patientenbett verwendet, d.h. nur ein/e Patient*in kommt mit der Manschette in Berührung, zusammen mit der zugewiesenen Pflegekraft.

Für Krankheitserreger, die über die Luft übertragen werden, wird TP im Fernfeld bezogen auf das neue Raumvolumen berechnet. Belegung und Verweildauer im Zimmer werden ebenfalls auf der Grundlage der Anzahl der Patient*innen pro Zimmer und der Anzahl der HCWs angepasst. Die Übertragung im Nahfeld bleibt wie im *Base Case*.

2) *Attention Separation (AS)*

Die Regeln zur Zuweisung von Pflegepersonal und Medizinprodukten sind die gleichen wie bei flexiblen Trennwänden. Für Krankheitserreger, die über die Luft übertragen werden, wird TP im Fernfeld bezogen auf das neue Raumvolumen und die neue Luftaustauschrate berechnet und die anderen Patient*innen, die sich vorher im gleichen Raum befunden haben, nicht mehr berücksichtigt, da die Räume nun vollständig getrennt sind. Die Übertragung im Nahfeld bleibt wie im *Base Case*.

3) *Holding Area Separation (HS)*

Im *Base Case* werden zwei Zufallsprozesse durchgeführt, sobald Patient*innen den Holdingbereich betreten. Der erste Prozess ist eine zufällige Interaktion mit anderen Patient*innen (unabhängig vom Infektions-/Kolonisierungsstatus) und der zweite ist eine zufällige Stuhlauswahl (unabhängig vom Kontaminationsstatus der Stühle). Bei der *HS*-Intervention wählen Patient*innen nach dem Zufallsprinzip einen der beiden Aufenthaltsräume aus und wählen einen Stuhl innerhalb des ausgewählten Raums.

Für den Fall, dass Krankheitserreger über die Luft übertragen werden, wird TP im Fernfeld bezogen auf das neue Raumvolumen und die Luftaustauschrate berechnet. Die Belegung und die Aufenthaltsdauer im Raum werden ebenfalls auf der Grundlage der Anzahl der Patient*innen pro Raum angepasst. Die Übertragung im Nahfeld bleibt wie im Basisfall.

Interventionsgruppe II - Flächenvariation + Flächenzuweisung zentral/dezentral

4) *ED Base Separation (EBS)*

Bei dieser Maßnahme werden zwei Gruppen von HCW gebildet, die jeweils einen der neuen Räume der ZNA besetzen. Die Auswahl der HCW erfolgt nach dem Zufallsprinzip, wobei jeweils die Hälfte aus der ausscheidenden Schicht und die Hälfte aus der eintreffenden Schicht einen Raum besetzt. Es wird davon ausgegangen, dass die Übermittlung von Informationen nicht beeinträchtigt wird.

In Bezug auf *Fomites* (PC, Waschbecken, Licht und Tür) wird im *Base Case* davon ausgegangen, dass jede HCW mit jedem *Fomite* interagieren kann (unabhängig vom Kontaminationsstatus). Die Anzahl der Interaktionen variiert je nach *Fomite* (siehe Interventionsgruppe III - Automatisierung). Während der Intervention zur Trennung der Notaufnahmebasis werden alle *Fomites* gedoppelt, so dass sie in beiden Räumen vorhanden sind.

Für den Fall, dass Krankheitserreger über die Luft übertragen werden, wird TP im Fernfeld bezogen auf das neue Raumvolumen und die Luftaustauschrate berechnet. Die Belegung und die Aufenthaltsdauer im Raum werden ebenfalls auf der Grundlage der Anzahl der Patient*innen pro Raum angepasst. Die Übertragung im Nahfeld bleibt wie im Basisfall.

5) ED Base Extension (EBE)

Diese Intervention betrifft nur aerogen übertragene Krankheitserreger. Die TP im Fernfeld wird bezogen auf das neue Raumvolumen und die Luftaustauschrate berechnet. Die Aufenthaltsdauer im Raum (festgesetzt auf 30 Minuten) und die Übertragung im Nahfeld bleiben wie im Basisfall.

6) Ventilation (Vent)

Diese Intervention betrifft nur aerogen übertragene Krankheitserreger. Die TP im Fernfeld wird zu den neuen Luftaustauschraten berechnet. Die Übertragung im Nahfeld bleibt wie im Basisfall. Es gibt keinen Effekt auf jegliche Art von Interaktionen.

Interventionsgruppe III - Automatisierung

Hierbei sollte untersucht werden, wie sich die berührungslose bzw. alternative Bedienung von z.B. Tür oder Lichtsteuerung auf die Erregerübertragung auswirkt. Im Base Case wird davon ausgegangen, dass diese nur einmal pro Besprechungsereignis (einmal pro Schicht) eine Interaktion mit den HCWs haben, da die Tür und das Licht die meiste Zeit geöffnet bzw. eingeschaltet bleiben. Diesem Schema folgend werden keine Interventionsregeln für die Tür- und Lichtsteuerungen angepasst.

5.3.5 Epidemiologische Endpunkte

SARS-CoV-2 wurde als prototypischer Erreger für aerogen übertragbare epidemisch vorkommende Erreger ausgewählt, die einen großen Teil der Krankheitslast NI ausmachen. Basierend auf den Ergebnissen von 1000 Modellläufen pro Szenario berechneten wir für jedes Szenario das Inzidenzratenverhältnis (IRR) und die Inzidenzratendifferenz (IRD) für verschiedene infektionsbezogene Endpunkte im Vergleich zum Basisfall einer ZNA ohne die beschriebenen Interventionen. Hierbei wurde davon ausgegangen, dass eine epidemische Ausbreitung - wie für Atemwegserreger üblich - nur in der Wintersaison stattfindet. Für SARS-CoV-2 wurden erregerspezifische Parameter für das Jahr 2020 und die derzeit vorherrschende Virusvariante zur Parametrisierung genutzt, um die Situation des Ausbruchs eines neu auftretenden Erregers wiedergeben zu können. Wir bewerteten die Auswirkungen der architektonischen Maßnahmen auf Infektionen, Krankenhausaufenthalte, Aufnahmen auf der Intensivstation und Todesfälle bei Patient*innen und medizinischem Personal. Diese epidemiologischen Bewertungen berücksichtigen die Altersverteilung der Patient*innen und des Gesundheitspersonals, den Anteil aller SARS-CoV-2-positiven Fälle, die innerhalb jeder Altersgruppe asymptomatisch bleiben, den Anteil der Patient*innen, die einen Krankenhausaufenthalt oder ein Bett auf der Intensivstation benötigen, und die Todesfälle innerhalb der Altersgruppen [33].

P. aeruginosa und VRE: Zwei verschiedene Simulationsansätze wurden für *P. aeruginosa* und VRE evaluiert. Der erste Ansatz entspricht einer Ausbruchssituation mit einem neu auftretenden Erreger, bei der das Modell auf die erwartete Anzahl von nosokomialen *P. aeruginosa*-Fällen bei HCWs in der Notaufnahme kalibriert wird und es keine bereits kolonisierten HCWs gibt. Für diesen Ansatz wurden für jedes Szenario jeweils 5000 Simulationsläufe gerechnet.

Für den zweiten Ansatz wurde das Modellsystem so kalibriert, dass es einen stabilen Zustand der Übertragungsdynamik des Erregers darstellt, indem das Modell über einen Simulationszeitraum von zwei Jahren auf ein stabiles Gleichgewicht gebracht wurde. Dies ermöglicht es, zu überprüfen, wie die architektonischen Interventionen in einer eher endemischen Situation der Erregerausbreitung entgegenwirken. Für diesen Ansatz wurden für jedes Szenario jeweils 1000 (VRE) oder 2000 (*P. aeruginosa*) Simulationsläufe gerechnet.

Für beide Erreger und beide Ansätze wurden das IRR und die IRD für die Anzahl an Personen (insgesamt, nur Patient*innen und nur HCWs) berechnet, die mit dem jeweiligen Erreger besiedelt wurden - im Vergleich zum Basisfall einer ZNA ohne die beschriebenen Interventionen. Für die epidemiologischen Analysen wurde R Version 4.3.0 verwendet.

5.3.6 Explorationsplattform: Optimierung der Plattform und zukünftige Nutzung

Die Modellierungsplattform ist so konzipiert, dass sie mit verschiedenen Schemata erweitert werden kann, um ein optimales Werkzeug für das Testen architektonischer Interventionen in verschiedenen Funktionsbereichen von Krankenhausgebäuden zu schaffen. Die Modellierungsplattform ermöglicht allgemeine Einstellungen in Bezug auf die Art der zu untersuchenden Station, die Art der architektonischen Interventionen, den untersuchten Erreger und die Übertragungsarten, die für den definierten Erreger eine Rolle spielen. In diesem Zusammenhang erlaubt die Plattform eine flexible Auswahl der Raumcharakteristika, der Patientenströme, der Übertragungswahrscheinlichkeit (Erregerauswahl), der Erreger pro Raum und der Arbeitsabläufe der HCWs. Darüber hinaus ermöglicht die Plattform die Anpassung der Interventionsregeln an neue zu testende Schemata oder Datenaktualisierungen. Die komplette Explorationsplattform besteht aus drei Systemkomponenten mit spezifischen Regeln, die unabhängig voneinander für Stationen, Interventionen und die Erregerauswahl gelten; dies sind die allgemeine Konfigurationsebene, die Fallkonfiguration und die Ausführungsebene (Abb. 12). Als Beispiel wird die Konfiguration des Notaufnahmемodells mit der Intervention "Separation des Behandlungsbereichs" und dem Erreger SARS-CoV-2 aufgeschlüsselt, um die Funktionalität jeder Schicht zu veranschaulichen.

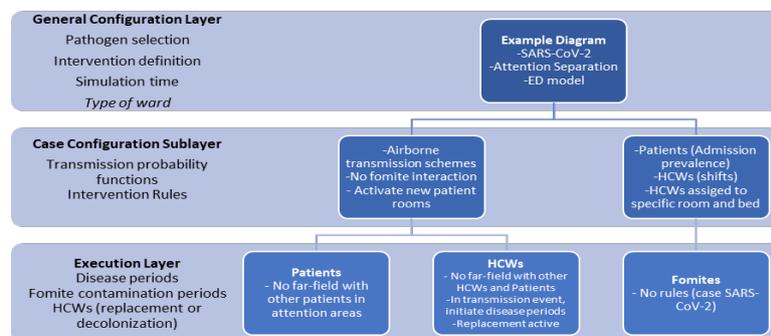


Abbildung 12: Explorationsplattform. Die Plattform berücksichtigt drei Systemebenen mit spezifischen Regeln - die allgemeine Konfigurationsebene (oben), die Fallkonfiguration (Mitte) und die Ausführungsebene (unten)

Allgemeine Konfigurationsebene (General configuration layer). Die ersten Regeln für die Plattformkonfiguration finden in dieser Schicht statt, wobei hauptsächlich die Art der Station (derzeit die ZNA), die Art des Szenarios (*Base Case* oder Intervention), der Erreger (SARS-CoV-2, *P. aeruginosa* oder VRE) und die Simulationszeit ausgewählt werden. Diverse Parameterwerte werden entsprechend der allgemeinen Konfiguration angepasst. Abbildung 12-oben zeigt das Beispielfalldiagramm mit dem ausgewählten Erreger und Interventionsszenario.

Fallkonfiguration (Case configuration sublayer). Je nach der allgemeinen Konfiguration fügt diese Schicht Regeln hinzu, die auf dem Erreger und dem Interventionsszenario basieren. So werden beispielsweise die Aktivierung von *Fomites* in den Räumen und die Auswahl von definierten TPs vervollständigt (Abb. 12-Mitte). Bei Patient*innen wird die Aufnahmeprävalenz an die Erregerauswahl angepasst. Die HCWs und Patient*innen werden die Interaktionsregeln für das Interventionsszenario angepasst.

Ausführungsebene (Execution layer). Diese Ebene ist für die Ausführung der restlichen Modellregeln zuständig, die für das definierte Szenario gelten (Abb. 12-unten). Je nach Erreger berücksichtigt sie Krankheitsperioden und -indikatoren. Diese Ebene vervollständigt auch die Einstellungen für Übertragungseignisse durch Deaktivierung von Übertragungswegen.

Die hier entwickelte Simulationsplattform wurde so optimiert, dass das hier berichtete Projekt ein *Proof-of-Concept* für die Evaluation architektonischer Interventionen und die Bewertung ihrer Auswirkungen durch eine epidemiologische Analyse darstellt. Sie kann unter https://zivgitlab.uni-muenster.de/clinical-epi/innobri_platform abgerufen, angepasst und

genutzt werden. Entsprechende Anleitungen, Hilfedateien und Beschreibungen des Codes sind direkt integriert.

5.4 Gesundheitsökonomische Evaluation baulicher Interventionen zur Infektionsprävention

Zur gesundheitsökonomischen Evaluation wurde ein Rechenmodell entwickelt und in Microsoft Excel 2016 programmiert. Das Modell kalkuliert die qualitätskorrigierten Lebensjahre (QALYs) und die gesellschaftlichen Kosten für jede architektonische Maßnahme kalkuliert und führt anschließend eine Kosten-Nutzwert-Analyse (KNA) durch. Zunächst berechnet das Modell die durch die Maßnahme (im Vergleich zum Szenario "keine Intervention") vermiedenen bzw. zusätzlich induzierten nosokomialen Infektionen und Sterbefälle basierend auf den Ergebnissen des epidemiologischen Modells (Anzahl der Erregerübertragungen je Intervention). Anschließend werden die gewonnenen QALYs für die vermiedenen Infektionen und Sterbefälle kalkuliert (bzw. die QALY-Verluste, wenn die architektonische Maßnahme zu einer Erhöhung der Erregerübertragungen und folglich auch der Infektionen führt). Die gesellschaftlichen Kosten ergeben sich aus den Bau-, Betriebs- und Instandhaltungskosten der Intervention sowie den Kosten der vermiedenen bzw. zusätzlich induzierten nosokomialen Infektionen.

Berechnung der Infektionen nach Krankheitsschwere/Infektionsart und der infektionsbedingten Sterbefälle: Um die Anzahl der Infektionen zu berechnen, wird die Anzahl der Erregerübertragungen mit der Wahrscheinlichkeit, dass es nach der Übertragung zu einer Infektion kommt, multipliziert. Anschließend werden die Infektionen hinsichtlich Alter sowie Schweregrad (SARS-CoV-2) bzw. Infektionsart (VRE, *P. aeruginosa*) stratifiziert. Die infektionsbedingten Sterbefälle werden mittels altersstratifizierter Sterbewahrscheinlichkeiten (SARS-CoV-2) oder basierend auf der Letalität nach Infektionsart (VRE, *P. aeruginosa*) berechnet. Die konkreten (erregerspezifischen) Werte inkl. Quellen sind in Anlage 9 angegeben.

Berechnung der QALYs: Die QALY-Verluste ergeben sich aus dem gesellschaftlichen Disnutzen, der durch Krankheit sowie durch vorzeitige infektionsbedingte Sterbefälle entsteht. Der Disnutzen durch Krankheit ergibt sich wie folgt: Krankheitsdauer in Tagen multipliziert mit dem Disnutzen pro Jahr und geteilt durch 365. Krankheitsdauer und Disnutzen pro Jahr sind dabei vom Schweregrad (SARS-CoV-2) oder Infektionsart (VRE, *P. aeruginosa*) abhängig. Um den Disnutzen pro vorzeitigem Sterbefall zu kalkulieren, wird die altersbedingte Restlebenserwartung berechnet und mit den Nutzwerten (QALY-Werten) der "Normalbevölkerung" bewertet. Die Parameterwerte und Quellen sind mit Ausnahme der Restlebenserwartung in der Anlage 9 aufgeführt. Für die Restlebenserwartung wurden die Sterbetafeln des Statistischen Bundesamtes herangezogen [24].

Berechnung der gesellschaftlichen Kosten: Ausgangspunkt der gesellschaftlichen Kosten sind die Bau-, Betriebs- und Instandhaltungskosten der Intervention. Hiervon werden die gesellschaftlichen Krankheitskosten der durch die bauliche Intervention vermiedenen Infektionen subtrahiert bzw. addiert, wenn die Maßnahme zu einem Anstieg der nosokomialen Infektionen führt. Die gesellschaftlichen Krankheitskosten ergeben sich aus den direkten und indirekten Kosten (Produktivitätsausfälle) der Infektion. Für die direkten Kosten wird vereinfachend angenommen, dass diese der entsprechenden Leistungsvergütung der gesetzlichen Krankenversicherung entsprechen. Die Kosten werden entweder in Abhängigkeit vom Schweregrad (SARS-CoV-2) oder vom Infektionsart (VRE, *P. aeruginosa*) angesetzt. Die indirekten Kosten werden ebenfalls mit einem vereinfachten Verfahren approximiert. Bei nicht verstorbenen Patient*innen wird angenommen, dass die Dauer des Arbeitsausfalls der Infektionsdauer nach Schweregrad (SARS-CoV-2) bzw. Infektionsart (VRE, *P. aeruginosa*) entspricht. Bei verstorbenen Patient*innen wird entsprechend des Friktionskosten-Ansatzes angenommen, dass die Dauer des Arbeitsausfalls der Vakanzzeit (Dauer von der Veröffentlichung einer Stellenanzeige bis zur Besetzung der Stelle) entspricht. Die Dauer des Arbeitsausfalls wird dann mit der Erwerbstätigenquote (nach Alter) und dem entsprechenden

Arbeitnehmerentgelt multipliziert. Die entsprechenden Parameterwerte und Quellen sind in Anlage 9 aufgeführt.

Kosten-Nutzwert-Analyse (KNA): Der primäre Endpunkt der KNA sind die zusätzlichen Kosten pro gewonnenes QALY. Hierzu vergleicht das Rechenmodell die baulichen Maßnahmen paarweise mit der nächst besseren Alternative und berechnet die inkrementellen Kosten-Effektivitäts-Verhältnisse (Differenz der gesellschaftlichen Kosten dividiert durch die Differenz der QALYs zweier unterschiedlicher Interventionen). Die Analysen wurden für Zeiträume von einem, fünf und zwanzig Jahren durchgeführt. QALYs und Kosten, die mehr als ein Jahr in der Zukunft liegen, wurden jeweils mit 3% pro Jahr diskontiert.

Sensitivitätsanalysen: Zur Berücksichtigung der Unsicherheit in den Modellparametern wurde eine Monte-Carlo-Simulationen (MCS) mit jeweils 10.000 Iterationen durchgeführt. Die Ergebnisse der MCS werden in Form von Kosten-Effektivitäts-Akzeptanzkurven (KEAK) dargestellt. Diese zeigen die Wahrscheinlichkeit dafür, dass eine bauliche Maßnahme bei einer gegebenen Zahlungsbereitschaft (in Euro) für ein gewonnenes QALY kosteneffektiv ist. Die Verteilungsannahmen der Modellparameter, die in der MCS variiert werden, sind in Anlage 9 aufgeführt.

Alle Analysen werden für jeden Erreger einzeln durchgeführt sowie in einer integrierten Bewertung für die drei Erreger zusammen. Für die gesundheitsökonomische Bewertung wurden nur die endemischen Szenarien (siehe oben) berücksichtigt.

6. Projektergebnisse

6.1 Konzeption

ZNAs sind dynamische und komplexe Einrichtungen, die zunehmend eine wachsende Zahl von unplanmäßigen Patient*innen versorgen und als primäres Einfallstor für potentielle Krankheitserreger ins Krankenhaus dienen. Es werden Maßnahmen zur Infektionsprävention und -kontrolle (IPC) (wie Gesichtsmasken, Schutzausrüstung [23, 25] und Screening-Protokolle [26-28] in der ZNA eingesetzt, um die Übertragung von Krankheitserregern zu verhindern. Die Auswirkungen einiger IPC-Maßnahmen auf die Eindämmung der Übertragung wurden in Modellstudien evaluiert [29-31]; allerdings hängen solche Programme weitgehend von der genauen Kenntnis über den ausbrechenden Erreger, der Compliance und der Implementierungsdauer sowie der Verfügbarkeit von Ressourcen ab. In diesem Zusammenhang können architektonische Interventionen eine zusätzliche Komponente der IPC-Maßnahmen in ZNA darstellen.

Architektonische Interventionen können auf zwei Ansätzen zur baulichen Infektionsprävention und -bekämpfung beruhen. Der erste Ansatz betrachtet die Hardware des Gebäudes mit den technischen und konstruktiven Komponenten, während funktionell-prozessuale Elemente den zweiten Ansatz definieren und die tatsächliche Nutzung des Raums berücksichtigen. Ein zentrales Merkmal ist, dass architektonische Interventionen unabhängig vom Wissen über die Eigenschaften des ausbrechenden Krankheitserregers sind und sich auf die Bereitstellung konstruktiver und funktioneller Strategien konzentrieren [32]. Darauf können Strategien wie die Arbeitsabläufe des Gesundheitspersonals (Schichten, Besprechungen, Patientenversorgung) angepasst und die Auswirkungen auf die Systemleistung, wie z.B. die erneute Übertragung von Krankheitserregern, sowie die Auswirkungen der architektonischen IPC-Maßnahmen quantifiziert werden.

Die in das vorliegende Modell eingesetzten Parameter basieren auf strukturierten Literaturrecherchen, der Nutzung nationaler und internationaler Surveillanceergebnisse und Referenzdatenbanken, der 10-Jahresdaten zu nosokomialen Inzidenzdichten an der UMG, Umgebungsuntersuchungen im Rahmen von Ausbruchereignissen - kumuliert auf 5 Jahre, gezielter intensiver Beprobung im Rahmen dieser Studie bei Indexpatient*innen, qualitativen strukturierten Experteninterviews unter Berücksichtigung und zur Bewertung der vorliegenden empirischen Evidenz und quantitativen standardisierten Expertenbefragungen.

Erforderliche Parameter, die zu definieren waren und die bestenfalls nur sehr rudimentär als empirische Evidenz (Literatur) zur Verfügung standen, waren u.a.: Kontaktzeiten von Patient*innen und Beschäftigten zu Räumen und anderen Personen, Patientenfallzahlen, architektonische Baupläne, Kolonisationsraten bei Patient*innen und Beschäftigten, Kontaminationsraten von patientennahen Flächen mit häufigem Hand-/Hautkontakt, Transmissionswahrscheinlichkeiten als Funktion der Zeit und der Tätigkeit, Infektionswahrscheinlichkeit, Letalität und Kosten NI. Ganz grundsätzlich waren damit die Expertenbefragungen von herausragender Relevanz, da die empirische Evidenz fehlte und, falls vorhanden, nicht im Kontext Notaufnahme existierte. Folglich wurde mit Proxyinformationen gearbeitet und diese auf Plausibilität getestet.

Befragungen

1) Qualitative problemzentrierte Experteninterviews

Es wurden n=34 Expert*innen hinsichtlich spezifischer Interventionsvorschläge zur Prävention der Erregertransmission in der Notaufnahme befragt. Diese setzten sich zusammen aus 9 Bauexpert*innen (Architekt*innen, Expert*innen für Krankenhausbauvorhaben, Facility Manager*innen, Gebäude-/Medizintechnik-Planer*innen) sowie 7 Hygieneexpert*innen (Krankenhaushygieniker*innen und Hygienefachkräfte) und 18 Nutzungsexpert*innen (medizinisches und/oder pflegerisches Personal ohne fachliche Aus- und/oder Weiterbildung auf dem Gebiet der Krankenhaushygiene). Hygiene- und Bauexpert*innen haben eher allgemeingültige infektionspräventive Empfehlungen und Expert*innen der Nutzergruppe spezifische Hinweise bezüglich der ZNA gegeben. Eine höhere Wahrscheinlichkeit der Erregerübertragung bewerteten Expert*innen in ZNA-Bereichen wie Warte-/Holdingleich, Triage und Patientenbehandlung vor allem bei hohem Patientenaufkommen, engen Kontakten und schnellen Raumumsätzen, insbesondere, wenn invasive notfallmedizinische Eingriffe eingesetzt werden.

Am häufigsten wurden folgende kritische Interventionspunkte zur Prävention der Übertragung nosokomialer Erreger in der ZNA genannt (Abb. 13):

- 1) Räumliche Separierung (30,3%) - Trennung in Mehrbettzimmern, Trennung von sog. infektiösen Bereichen (U/B-Räumen) für bekannte/infektiösverdächtige Patient*innen bzw. Trennung von Bereichen (mit separaten Eingängen und Wegführung) für infektiöse oder infektiösverdächtige Personen von "Normal/Standard"-Bereichen, spezielle Isolationsmöglichkeiten, Abtrennung von septischen und aseptischen Arbeitsräumen und Arbeitsflächen sowie Trennung von sanitären Anlagen für Patient*innen, Besucher*innen und Personal.
- 2) Spezifische Materialwahl für Oberflächen (26,5%) - hygienisch adäquat aufbereitbare Materialien, Oberflächenbeschaffenheit wie glatte, fugenfreie, leicht zu reinigende und desinfektionsmittelbeständige Oberflächen zur Minimierung mikrobieller Kontaminationen.
- 3) Platzgestaltung in Räumen (22,7%) - zweckmäßig gestaltete Funktionsbereiche und ausreichend dimensionierte Flächen.
- 4) Gestaltung von Vorräumen, Vorzonen und echten Kontakt-/Luftschleusen (mit spezieller Über- oder Unterdruckhaltung) (13,6%) - zur hygiesicheren Ein-/Ausschleusung.
- 5) Intelligente Zimmerausstattung und Automatisierung (6,8%).

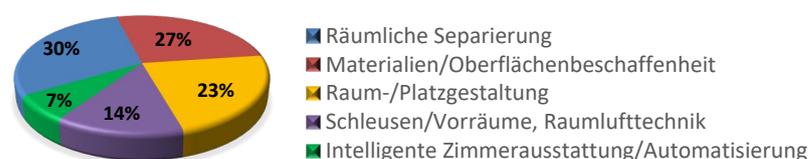


Abbildung 13: Expertenaussagen zur Priorisierung architektonischer Interventionen: Ergebnisse qualitativer Interviews von multidisziplinärem Expertengremium (Ärzt*innen der Notaufnahme, Expert*innen für Infektionsprävention und -kontrolle, Architekt*innen)

Nach abgeschlossener Auswertung der Interviews wurde ein umfassender Überblick über kritische hygienerelevante Punkte für Transmissionsereignisse in den Funktionsstellen der Notaufnahme erhoben, aufgrund dessen infektionspräventive Interventionsvorschläge abgeleitet werden konnten.

2) Qualitative CAVI-Befragung von Expert*innen der ZNA zu Einzelkontakten im Nahbereich

Die Zielpopulation konstituierte sich aus Expert*innen für Notfallmedizin. Es wurden n=3 leitende Ärzt*innen von Notaufnahmen bzw. Einrichtungen für klinische Akut- und Notfallmedizin interviewt, die basierend auf ihrer Ausbildung und Erfahrung ihre Expertise über Transmissionswege und -risiken in Notaufnahmen sowie auch Informationen zu Kontaktzeiten, Ausmaß und Art der Tätigkeiten der Beschäftigten in Notaufnahmen beitrugen. Es wurde differenziert, ob der Einzelkontakt zwischen zwei Patient*innen, zwischen zwei Beschäftigten oder zwischen einer Patientin/einem Patienten und einer/einem Beschäftigten stattfand. Mitunter wurde mehrfach der Anmeldeprozess als eine Einzel-Kontaktsituation zwischen Patient*innen und Beschäftigten identifiziert, die in den genannten Fällen wenige Minuten andauern. Auch wurde von Wartebereichen berichtet, in welchen Patient*innen eine ausgedehnte Zeitspanne verbrachten und in dieser Zeit mit anderen Patient*innen in Kontakt kämen. Als Kontaktsituation zwischen zwei Beschäftigten gilt für manche der Befragten zum Beispiel eine 30-minütige Pause in einem Aufenthaltsraum.

Durch die heterogene Natur der Arbeitsweisen, welche durch die Expert*innen geschildert wurden, würde eine direkte Zusammenfassung der geschilderten Prozesse eine Vergleichbarkeit suggerieren, die in der Realität möglicherweise nicht gegeben ist. Nichtsdestotrotz ließen sich aus den qualitativen Ergebnissen Trends ablesen. Nahkontakte zwischen Patient*innen wurden von allen Befragten entweder als sehr gering oder als nicht existent angegeben. Vereinzelt wurde das mit der Einhaltung von Hygienebestimmungen im Eindruck der Covid-19-Pandemie begründet. Zwischen Patient*innen und Beschäftigten beschränkten sich die Nahkontakte in erster Linie auf Prozeduren der direkten Behandlung, jedoch wurden diese oft mit einem Nahkontakt-Anteil im mittleren Prozentbereich beziffert. Ähnlich wurde auch von Prozessen zwischen Beschäftigten in Behandlungsräumen berichtet. Hier kam in manchen Fällen jedoch noch Zeit hinzu, welche Beschäftigte gemeinsam in engerem Kontakt in Räumlichkeiten wie einem Pausenraum verbrachten. Fernab vom planmäßigen Handlungsablauf auf der Notaufnahme wurden auch Notsituationen angesprochen, wie etwa die Reanimation von Personen, während derer sich die beteiligten Personen, Patient*innen wie Beschäftigte über einen ausgedehnten Zeitraum im Nahkontakt befänden.

3) Quantitative Online-Ranking-Befragung von Hygiene-Expert*innen zu Übertragungsrisiken in ZNAs

Es nahmen n=7 Expert*innen an der Befragung teil. Da die Expert*innen gebeten wurden, von ihnen bekannten Situationen auszugehen, um ein möglichst genaues Abbild der Realität erfassen zu können, gestalteten sich – ob der vielfältigen Gestaltungsweise deutscher Notaufnahmen – die Antworten heterogen. Prozesse, denen ein hohes Potential der Übertragung der Erreger zugewiesen wurde, waren etwa der Aufenthalt von Patient*innen im Holdingbereich und der Aufenthalt im Pausenraum für Beschäftigte im Fall von SARS-CoV-2, während für *P. aeruginosa* und *Enterococcus* spp. vor allem die reguläre Behandlung von Notfall-Patient*innen und eine Behandlung im Schockraum (wie Reanimation) für die Expert*innen als relevant galten.

Ebenfalls abhängig vom Erreger wurden auch die Interventionen verschieden bewertet. Zur Vorbeugung der Übertragung von SARS-CoV-2 galten insbesondere die Erhöhung der Luftwechselrate und Flächenvergrößerung als wirksam, wie sowohl aus den Rangfolgen als auch aus der prozentualen Risiko-Einschätzung (Risikominderung um 20-49%) hervorging. Die Maßnahmen zur Raum-/Bereichstrennung wurden als theoretisch wirksamste Maßnahme zur

Verringerung des SARS-CoV-2-Übertragungsrisikos in allen Bereichen der Notaufnahme bewertet (Risikoreduzierung um 49-70%).

Eine Aufteilung der Räumlichkeiten wurde für alle drei Erreger als wirksame Maßnahme bezeichnet (Abb. 14). Eher unwirksam erschien den Expert*innen hingegen die Automatisierung von Türen oder Raumbeleuchtung; keine der befragten Personen wählte eine dieser beiden Interventionen unter die drei wirksamsten Interventionen der gegebenen Auswahl.

4) Semi-qualitative Befragung von Hygiene-Expert*innen mittels computergestützter Videointerviews (CAVI) zu Transmissionsrouten in ZNAs

Es wurden n=7 IPC-Expert*innen befragt. In der Zusammenfassung lässt sich festhalten: Zwar lassen sich viele Dynamiken des Transmissionsgeschehens in ZNAs schlecht verallgemeinern, jedoch lassen sich trotzdem zwischen den befragten Expert*innen wiederkehrende Muster und Tendenzen ablesen. So wurde mehrfach beschrieben, dass die Beschäftigten die Quellen nosokomialer Transmissionen sein können, während Patient*innen ob der Kürze ihres Aufenthalts in der ZNA im Verhältnis deutlich weniger Gelegenheit haben, die Erreger innerhalb der ZNA weiterzugeben. Nach Aussage der meisten befragten Expert*innen verhalten sich die Erreger *P. aeruginosa* und *Enterococcus* spp. in vielerlei Hinsicht sehr ähnlich.

Diese Beobachtung findet sich auch in Hinblick auf die Interventionen wieder. Während der Intervention der Flächenvergrößerung meist ein moderater Effekt zugesprochen wird, waren sich die Expert*innen in Bezug auf die Intervention zur Erhöhung der Luftwechselrate weitestgehend einig, dass das Risiko einer Übertragung von *P. aeruginosa* oder *Enterococcus* spp. hierdurch kaum verringert würde. Die Separation der Räume wurde insofern als wirksam angesehen, als damit indirekt auch eine Vergrößerung des Raumes pro Patient*in einhergeht (Abb. 15).

Der größte Unterschied in den Interventionen zwischen *P. aeruginosa* und *Enterococcus* spp. bestand in der Intervention zur Entfernung der Waschbecken aus den Behandlungszimmern. Während bei *P. aeruginosa* ein moderater bis deutlicher Effekt angenommen wird, erschien den Expert*innen diese Intervention im Fall der *Enterococcus* spp. nahezu wirkungslos. Automatisierung von Türen oder Lichtschaltern wurde in keinem Fall als besonders effektiv angesehen; entweder verwiesen die Expert*innen, etwa unter Verweis auf dauerhaft eingeschaltete Beleuchtung, auf (im Verhältnis zu den anderen Szenarien) ein eher begrenztes Vorkommen von Situationen, in denen es potentiell zu indirekten Kontaktübertragungen kommen könnte, oder sie bewerteten den Reduktions-Effekt durch diese Interventionen insgesamt als eher gering.

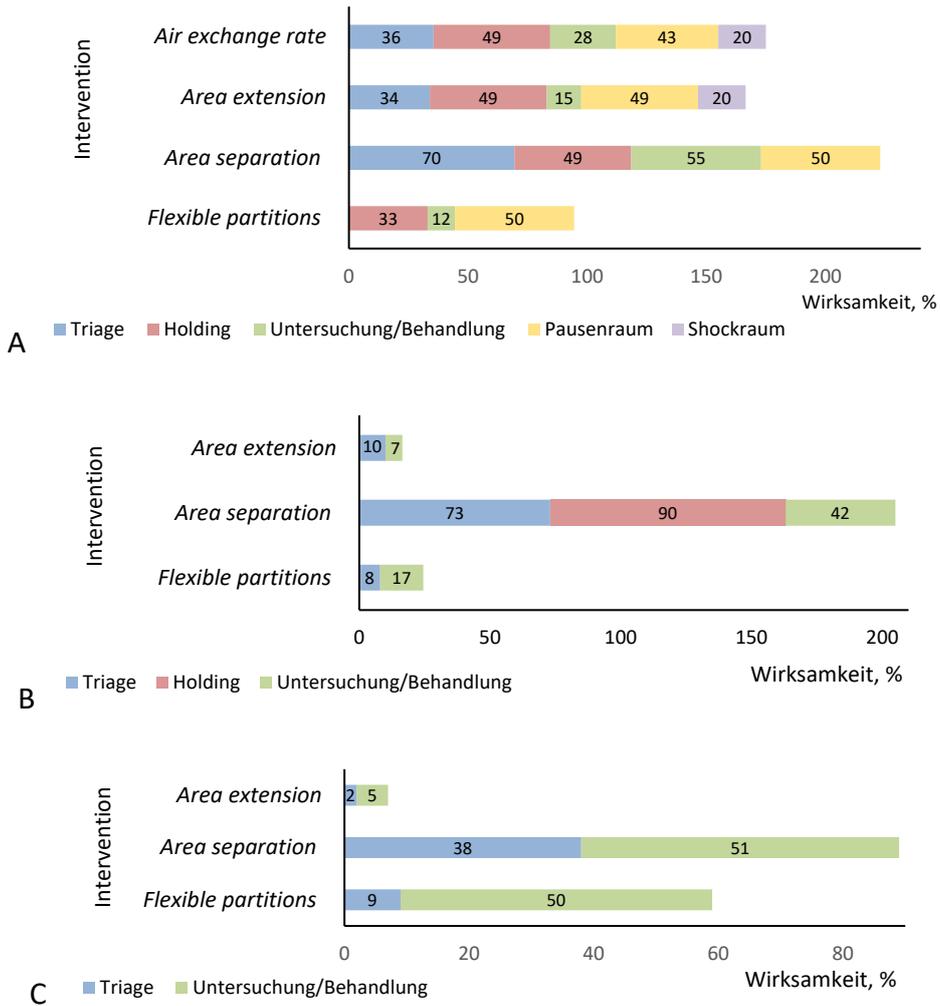


Abbildung 14: Ergebnisse quantitativer Online-Ranking-Befragung zu Wirksamkeit architektonischer Maßnahmen zur Verringerung des Risikos der Übertragung von SARS-CoV-2 (A), *P. aeruginosa* (B) und *Enterococcus* spp. (C) in Bereichen der Notaufnahme

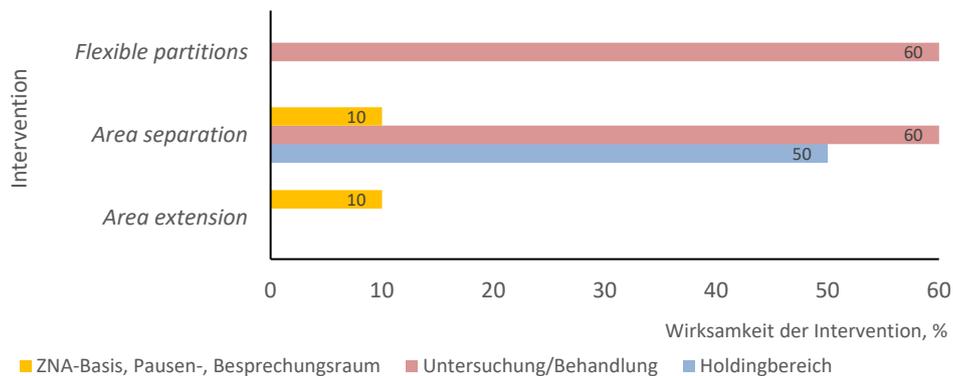


Abbildung 15: Ergebnisse semi-qualitativer CAVI-Befragung zu Auswirkungen von Interventionen auf das Übertragungsrisiko von *P. aeruginosa* und *Enterococcus* spp. in Bereichen der Notaufnahme

5) Fokusgruppen (Gruppendiskussionen zur Konsolidierung der Ergebnisse)

Die Fokusgruppen wurden im Juli und November 2023 durchgeführt. Es nahmen jeweils n=4 IPC-Expert*innen mit Erfahrung in ZNA teil. Die erste Fokusgruppe wurde mit dem Fokus SARS-CoV-2 durchgeführt. Die Ergebnisse der Modellierung zu SARS-CoV-2 wurden bezüglich der Effekte auf die Infektionsprävention/-kontrolle von allen Expert*innen verifiziert. Ausnahme

war die Ventilation – hier wurde der in der Modellierung bestimmte Effekt als zu niedrig eingestuft. Der Effekt solle laut der Expert*innen höher sein. Die Kombination von Interventionen wurde generell als effektiver im Vergleich zu Einzelinterventionen eingeschätzt. Es gab also eine extrem hohe Plausibilität der Modellierungsergebnisse aus Sicht der Expert*innen.

Die Expert*innen der zweiten Fokusgruppe mit Fokus auf *P. aeruginosa* und *Enterococcus* spp. konnten ebenfalls die Ergebnisse der Modellierung weitestgehend bestätigen. Es wurde zusätzlich angemerkt, dass die Anzahl und saisonale Verteilung der Fälle von Bedeutung sind. Patient*innen spielten eine den Mitarbeitenden nachrangige Rolle bei der Übertragung, da sie lokalisiert sind, kurzfristigen Kontakt haben und sich wenig untereinander austauschen. Eine Ausnahme davon stellen kontaktfreie Transmissionen dar. Die Separierung habe im Allgemeinen einen großen Effekt - weniger Kontakt bedeutet weniger Übertragung. Kombinierte Interventionen, wie die Separierung in der gesamten Notaufnahme (Aufenthaltsbereich + Behandlungsbereich + Notaufnahme-Basis), wurden als sinnvoll erachtet. Faltwände/Paravents seien Vorhängen vorzuziehen.

Ganz generell wurde festgehalten, dass die praktischen Herausforderungen und Vorteile der einzelnen Interventionen sich erregerübergreifend zusammenfassen lassen. Die Separierung von Bereichen geht immer mit einem Verlust der Übersichtlichkeit einher. Außerdem müssen die Kriterien für die Separierung sinnvoll definiert werden. Bei guter Umsetzung ermöglicht die Separierung aber auch die Definition von sogenannten "infektiösen Bereichen" und getrennten Verantwortungsbereichen. Eine flexible Trennung kann mit korrekter Infektionsprävention ähnlich hohe Effekte haben wie eine nicht-flexible Trennung. Zu beachten ist hier aber die Gefahr, dass flexible Trennungen verschoben oder selbst zur Infektionsquelle werden. Ein Vorteil der Erweiterung von Räumen ist die natürliche Ventilation sowie der größere Abstand zwischen den Personen. Parallel dazu ist in kleineren Räumen eine Belüftung mit Raumluftechnik mit höherer Luftwechselrate notwendig.

Die Anmerkungen der Fokusgruppen wurden nach Diskussion in der Forschungsgruppe aufgegriffen und beispielsweise durch eine Adaptierung der Interventionen in die Modellierung integriert.

6.3 Beprobungen von Krankenhausumgebung und molekulargenetische Analysen von VRE- und *P. aeruginosa*-Isolaten

Die Kontamination der patientennahen (häufig berührten) Flächen, die entweder direkt mit dem Patienten in Kontakt kommen (wie Bettgestell, Nachttisch) oder häufig vom Patienten selbst oder im Verlauf der Versorgung des Patienten von medizinischem Personal berührt werden (z. B. Infusionssysteme, Monitore) wurde in der Krankenhausumgebung hinsichtlich der Persistenz und potentiellen Quelle für Übertragung von *Enterococcus faecium* und *P. aeruginosa* untersucht. Auf 20 Krankenhausstationen in 56 Isolationszimmern, die von mit diesen Erregern kolonisierten oder infizierten Patient*innen belegt waren, wurden insgesamt 559 Umgebungsproben durch Abstriche der patientennahen (häufig berührten) Flächen entnommen. Alle Proben inkl. sogenannte *high-touch Fomites* - unbelebte Gegenstände/Oberflächen als potentielle Infektions-/Erregerträger) wurden auf Kontamination mit *Enterococcus* spp. und *P. aeruginosa* untersucht. In 5 von 56 (14,3%) Patientenzimmern war mindestens eine Probe mit *P. aeruginosa* kontaminiert. Insgesamt 7 Umgebungsproben (2%) waren mit *P. aeruginosa* kontaminiert (Abb. 16).

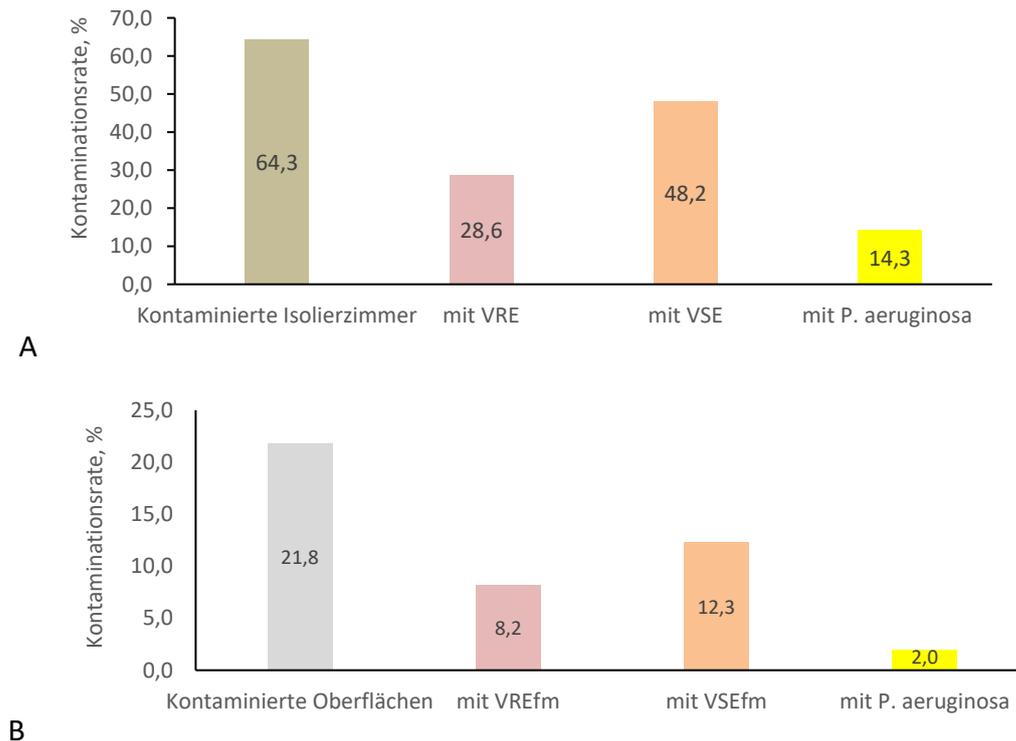
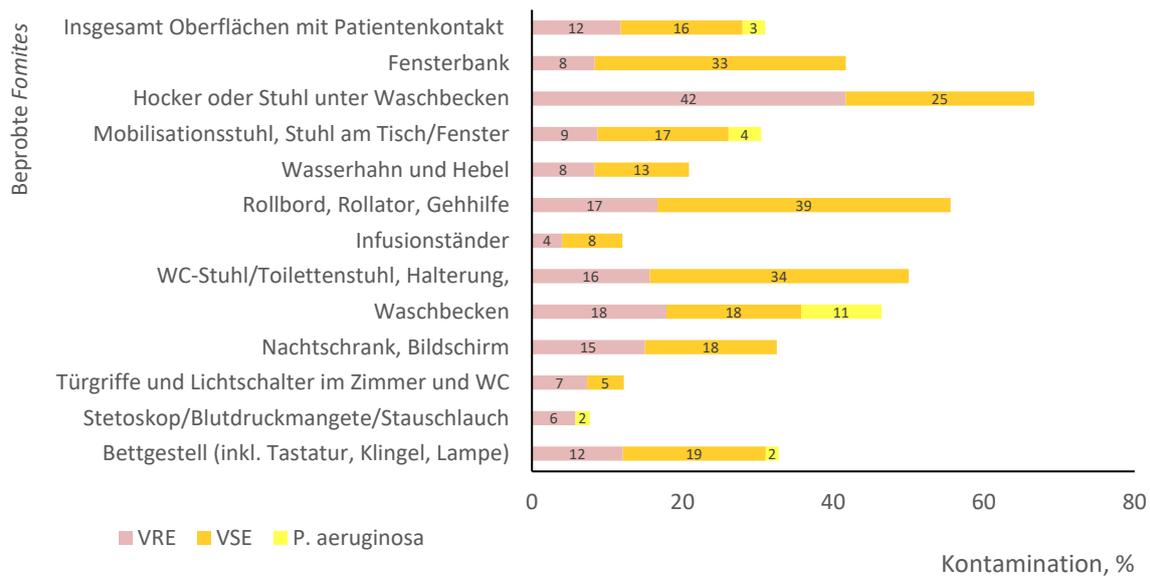


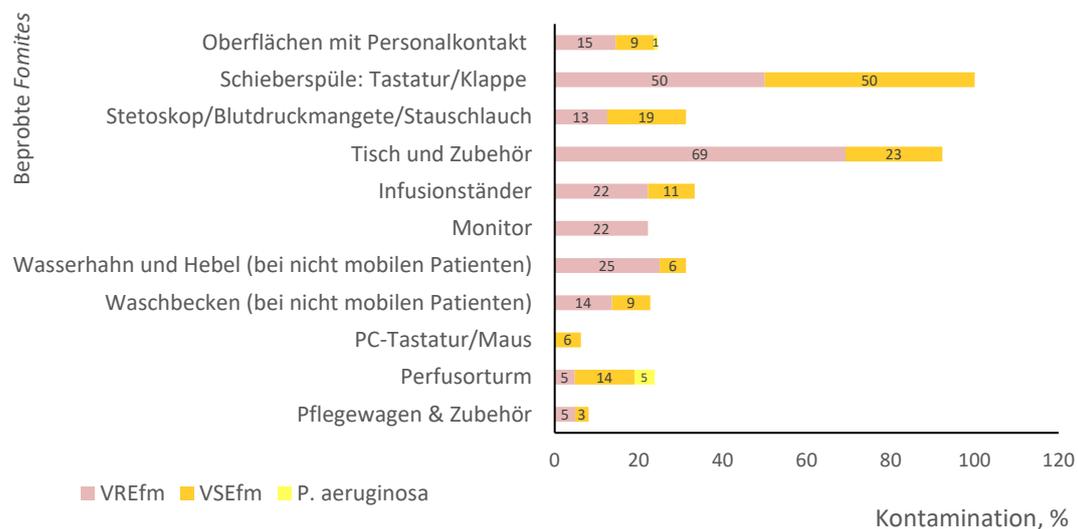
Abbildung 16: A) Kontaminationsrate der Isolationszimmer, die von mit Enterokokken und *P. aeruginosa* kolonisierten/infizierten Patient*innen belegt waren; B) Kontamination der Umgebungsproben mit VREfm, VSEfm und *P. aeruginosa* in Isolierzimmern von Patient*innen mit positiven klinischen Bakterienkulturen.

In 27 (48,2%) Isolierzimmern, die mit kolonisierten oder infizierten Patient*innen belegt waren, war mindestens eine Umgebungsprobe mit Vancomycin-sensitiven *Enterococcus* (VSEfm) kontaminiert. In 16 (28,6%) Patientenzimmern war mindestens eine Umgebungsprobe mit VREfm kontaminiert. Von 559 *Fomites*-Proben waren 122 Proben (21,8%) mit *E. faecium*, darunter 8,2% mit VREfm und 12,3% mit VSEfm kontaminiert (Abb. 16-B). Die beprobten *high-touch Fomites* in den Isolationszimmern von Patient*innen mit positiven klinischen Bakterienkulturen wurden in Gegenstände/Flächen mit direkten Patientenkontakt und mit häufiger Berührung von Personal während der Versorgung von Patient*innen unterteilt. Zu den vom Personal häufig berührten Oberflächen gehörten *Fomites*, die normalerweise nicht in direktem Kontakt mit Patienten stehen (wie PC-Monitor, Tastatur, Infusionsständer, Perfusorturm). Die Kontaminationsraten wurden für jede *Fomite*-Oberfläche berechnet (Abb. 17). Die höchsten Kontaminationsraten für VREfm/VSEfm wurden auf direkten Patientenkontaktfleichen wie Stuhl-, Gehhilfe-Rollator, WC-Sitz-Oberflächen identifiziert (Abb. 17-A). Hohe Kontaminationsraten mit *P. aeruginosa* waren in Waschbecken.

Hohe Kontaminationsraten mit VREfm/VSEfm wurden auf vom Personal häufig berührten Flächen ohne Patientenkontakt wie Griffe und Tastatur von Schieberspüler (50%), Oberflächen von Tisch oder Pflegewagen und Pflegeutensilien (23-69%) festgestellt (Abb. 17-B), die oft mit den Händen von Pflegepersonal in Berührung kommen und als mögliche Reservoirs nosokomialer Krankheitserreger und Vektoren für die Kreuzübertragung zwischen Patient*innen dienen können.



A



B

Abbildung 17: A) Kontamination mit VREfm, VSEfm und *P. aeruginosa* der berührungsintensiven Kontaktflächen von Patient*innen mit positiven klinischen Baktrienkulturen; B) Kontamination der berührungsintensiven Kontaktflächen von medizinischem Personal in mit kolonisierten Patient*innen belegten Isolierzimmern

Insgesamt wurden 6 *P. aeruginosa*-Isolate (3 vom Patient*innen und 3 aus der Umgebung in 2 Patientenzimmern) einer Ganzgenomsequenzierung (WGS) unterzogen. Durch WGS-basierte Typisierung von Patient*innen- und Umgebungs isolate von *P. aeruginosa* wurden 2 genotypisch unterschiedliche *P. aeruginosa*-Cluster mit jeweils 3 genetisch nicht unterscheidbarer (≤ 1 Allelunterschiede) Patienten- und Umweltisolaten identifiziert (Abb. 18, Tab. 8).

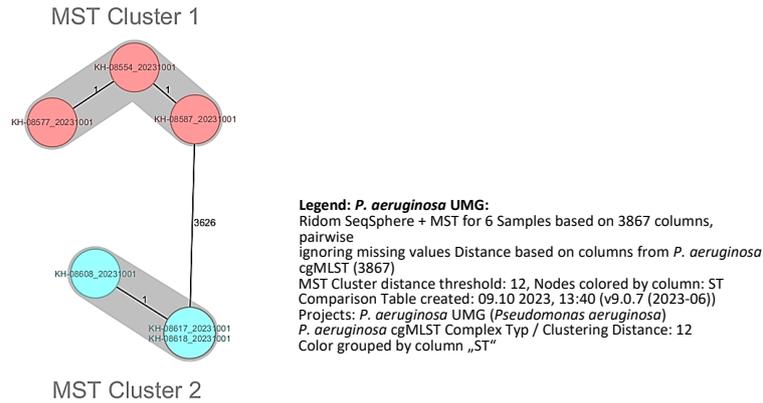


Abbildung 18: Genotypische Verwandtschaft der Krankenhausumgebungs- und Patientenisolat von *P. aeruginosa* auf der Grundlage von 3867 cgMLST-Targetgenen

Tabelle 8: WGS-basierte Identifizierung von genotypisch übereinstimmenden/eng verwandten *P. aeruginosa*-Isolaten von Patient*innen und Umgebung

Datum	Station	Raum	Isolat	Probe	Herkunft der Probe	Pathogen	MDRO	WGS: MLST, Cluster
ST 253, Cluster 1								
26.08.2023	ICU 0119	101	KH-08587*	Patient 101, klinische	Blutkultur	<i>P. aeruginosa</i>	kein MRGN	ST 253, C1
27.08.2023	ICU 0119	101	KH-08577*	Patient 101, klinische	Trachealsecret	<i>P. aeruginosa</i>	kein MRGN	ST 253, C1
25.08.2023	ICU 0119	101	KH-08554*	Umgebung 101, Fomite 84	Bettgestell	<i>P. aeruginosa</i>	n.a.	ST 253, C1
ST 564, Cluster 2								
28.08.2023	IMC 1012	209	KH-08608*	Patient 209, Screening	Rektum-Abstrich	<i>P. aeruginosa</i>	3 MRGN	ST 564, C 2
07.09.2023	IMC 1012	209	KH-08617*	Umgebung 209, Fomite 129	Waschbecken	<i>P. aeruginosa</i>	n.a.	ST 564, C 2
07.09.2023	IMC 1012	209	KH-08618*	Umgebung 209, Fomite 137	Waschschüssel	<i>P. aeruginosa</i>	n.a.	ST 564, C 2

* - klonal nicht unterscheidbare Isolate (≤2 Allelunterschiede)

Insgesamt 57 Umweltisolate und 45 VREfm-Stämme, die aus klinischen Patienten- oder Screening-Kulturen stammten, wurden einer WGS unterzogen. Die molekulare WGS-basierte Typisierung ergab 7 genotypisch unterschiedliche Cluster von VREfm unterschiedlicher Sequenztypen (ST117, ST80, ST2528, ST1299) mit *vanA*- und *vanB*-Genotypen, einschließlich nicht unterscheidbarer (≤1 Allelunterschiede) und genetisch eng verwandter (2-3 Allelunterschiede) Patient*innen- und Umgebungsisolate (Abb. 19, Tab. 9).

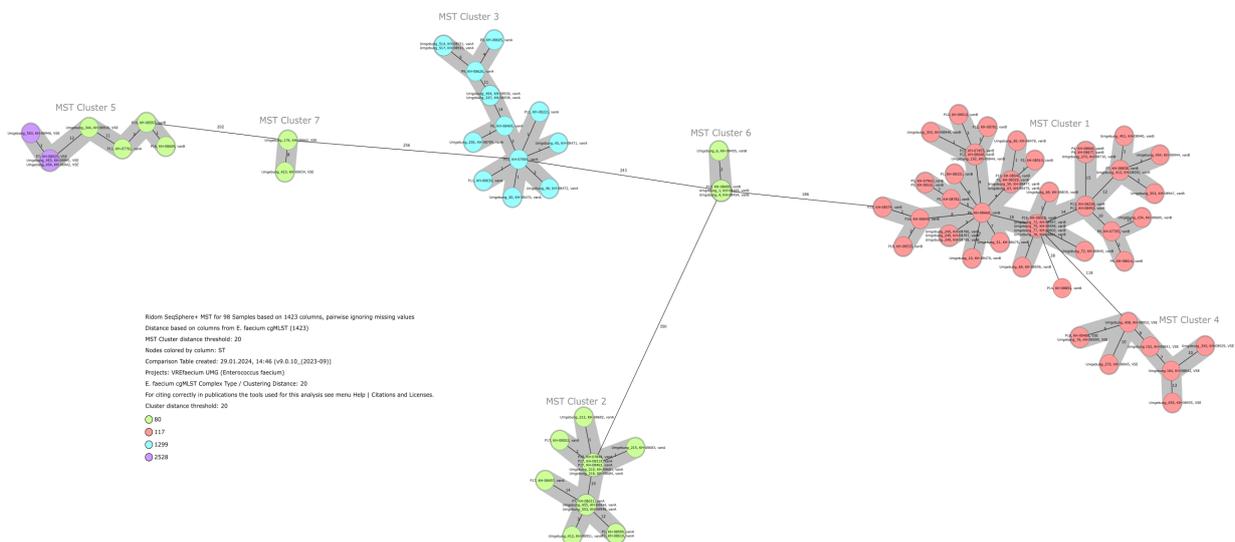


Abbildung 19: Genotypische Verwandtschaft der Umgebungs- und Patientenisolat von *E. faecium* auf der Grundlage von 1423 cgMLST-Targetgenen

Tabelle 9: WGS-basierte Identifizierung von genotypisch übereinstimmenden/eng verwandten *E. faecium*-Isolaten von Patient*innen und Umgebung

Datum	Station	Raum	Aufenthaltsdauer im Zimmer vor Beprobung, d (nach Aufnahme/Entlassung)	Isolat	Probe	Herkunft der Probe	MDRO	van-Genotyp	MLST, Cluster	Complex Type
ST117, Cluster 1										
15.08.2023	0123	301		KH-08541*	Patient P10, Screening	Rektalabstrich	VRE	vanB	ST117, C1	71
26.06.2023	3023	312		KH-08320*	Patient P2, klinische Probe	Blutkultur	VRE	vanB	ST117, C1	71
28.07.2023	ICU 1022	112	27	KH-08477*	Umgebung P2, Fomite 59	Nachttisch & Zubehör	VRE	vanB	ST117, C1	71
28.07.2023	ICU 1022	112	27	KH-08479*	Umgebung P2, Fomite 63	Bettgestell	VRE	vanB	ST117, C1	71
28.07.2023	ICU 1022	112	27	KH-08478**	Umgebung P2, Fomite 60	Waschbecken	VRE	vanB	ST117, C1	71
04.08.2023	ICU 1022	112	27	KH-08510**	Patient P2, klinische Probe	Bronchiallavage	VRE	vanB	ST117, C1	71
ST117, Cluster 1 (cont.)										
04.08.2023	ICU 0116	103		KH-08518*	Patient P16, klinische Probe	Bronchiallavage	VRE	vanB	ST117, C1	71
25.08.2023	IMC 2012	202	4	KH-08597*	Umgebung P16, Fomite 72.5	Hocker am Waschbecken	VRE	vanB	ST117, C1	71
25.08.2023	IMC 2012	202	4	KH-08598*	Umgebung P16, Fomite 75	Waschbecken	VRE	vanB	ST117, C1	71
25.08.2023	IMC 2012	202	4	KH-08600*	Umgebung P16, Fomite 77	Stuhl am Tisch	VRE	vanB	ST117, C1	71
25.08.2023	IMC 2012	202	4	KH-08601*	Umgebung P16, Fomite 78	WC-Sitz & Spülung	VRE	vanB	ST117, C1	71
25.08.2023	IMC 2012	202	4	KH-08596**	Umgebung P16, Fomite 68.2	Nachttisch	LVRE	vanB	ST117, C1	71
25.08.2023	IMC 2012	202	4	KH-08839**	Umgebung P16, Fomite 68.4	Nachttisch	LVRE	vanB	ST117, C1	71
25.08.2023	IMC 2012	202	4	KH-08840**	Umgebung P16, Fomite 72.3	Hocker am Waschbecken	VRE	vanB	ST117, C1	71
ST117, Cluster 1 (cont.)										
24.10.2023	3022	207		KH-07453*	Patient P12, klinische Probe	Mittelstrahlurin	VRE	vanB	ST117, C1	71
12.09.2023	3023	303		KH-08648*	Patient P12, Screening	Rektalabstrich	VRE	vanB	ST117, C1	71
12.09.2023	3023	303	5	KH-08844*	Umgebung P12, Fomite 192	Fensterbank	VRE	vanB	ST117, C1	71
02.11.2023	3022	207	21	KH-08949**	Umgebung P12, Fomite 353	TV & Nachttisch	VRE	vanB	ST117, C1	71
11.10.2023	3022	207		KH-08781**	Patient P12, Screening	Rektalabstrich	VRE	vanB	ST117, C1	71
31.07.2023	3023	307		KH-08512	Patient P12, Screening	Rektalabstrich	VRE	vanB	ST117, C1	71
ST117, Cluster 1 (cont.)										
15.09.2023	3024	405		KH-08660	Patient P6, Screening	Rektalabstrich	VRE	vanB	ST117, C1	71
22.09.2023	3024	405	5	KH-08706*	Umgebung P6, Fomite 245.1	Nachttisch & Klingel	VRE	vanB	ST117, C1	71
22.09.2023	3024	405	5	KH-08707*	Umgebung P6, Fomite 245.3	Nachttisch & Klingel	VRE	vanB	ST117, C1	71
22.09.2023	3024	405	5	KH-08708*	Umgebung P6, Fomite 249	Lampe über dem Bett	VRE	vanB	ST117, C1	71
ST117, Cluster 1 (cont.)										
29.10.2023	IMC 1012	209		KH-08838*	Patient P7, Screening	Rektalabstrich	VRE	vanB	ST117, C1	71
09.11.2023	4024	412	6	KH-08950*	Umgebung P7, Fomite 412	Tisch & Zubehör	VRE	vanB	ST117, C1	71
14.11.2023	4024	412	11	KH-08940	Umgebung P7, Fomite 451	Bettgestell	VRE	vanB	ST117, C1	71
14.11.2023	4024	412	11	KH-08943	Umgebung P7, Fomite 454	Blutdruckmanschette, Personalkontakt	VRE	vanB	ST117, C1	71
28.11.2023	4024	412	7	KH-08947	Umgebung P7, Fomite 553	WC-Griffe, Schieberspüler	VRE	vanB	ST117, C1	71
ST117, Cluster 1 (cont.)										
14.09.2023	6011	107		KH-08666*	Patient P4, klinische Probe	Abdomen-Drainageflüssigkeit	VRE	vanB	ST117, C1	71
18.09.2023	6011	107		KH-08677*	Patient P4, Screening	Rektalabstrich	VRE	vanB	ST117, C1	71
26.09.2023	6011	107	14	KH-08710*	Umgebung P4, Fomite 272	Hocker unter Waschbecken	VRE	vanB	ST117, C1	71
ST117, Cluster 4										
26.07.2023	ICU 0116	102		KH-08480*	Patient P16, klinische Probe	Blutkultur	VSE	.	ST117, C1	2505
29.08.2023	IMC 2012	202	4	KH-08599*	Umgebung P16, Fomite 76	Rollator	VSE	.	ST117, C1	2505
ST80, Cluster 2										
08.02.2023	7023	310		KH-07848*	Patient P17, klinische Probe	Spitze des Zentralvenenkatheters	VRE	vanA	ST80, C 2	1470
26.06.2023	5024	409		KH-08319*	Patient P17, Screening	Rektalabstrich	VRE	vanA	ST80, C 2	1470
25.07.2023	4024	405		KH-08463*	Patient P17, Screening	Rektalabstrich	VRE	vanA	ST80, C 2	1470
20.09.2023	4024	401	2	KH-08681*	Umgebung P17, Fomite 210	Blutdruckmanschette und Stethoskop	VRE	vanA	ST80, C 2	1470
20.09.2023	4024	401	2	KH-08684*	Umgebung P17, Fomite 216	Wasserhahn & Waschbecken	VRE	vanA	ST80, C 2	1470
20.09.2023	4024	401	2	KH-08682**	Umgebung P17, Fomite 212	Bettgestell	VRE	vanA	ST80, C 2	1470
20.09.2023	4024	401	2	KH-08683**	Umgebung P17, Fomite 215	Rollator	VRE	vanA	ST80, C 2	1470
22.03.2023	7023	401		KH-08002**	Patient P17, Screening	Rektalabstrich	VRE	vanA	ST80, C 2	1470
ST80, Cluster 2 (cont.)										
08.09.2023	4022	203		KH-08631*	Patient P7, klinische Probe	Abszesspunktion anaerob	VRE	vanA	ST80, C 2	1470
14.11.2023	4024	412	11	KH-08944*	Umgebung P7, Fomite 455	Waschschüssel	VRE	vanA	ST80, C 2	1470
28.11.2023	4024	412	7 a.d.	KH-08948*	Umgebung P7, Fomite 553.3	WC-Griffe, Schieberspüler	VRE	vanA	ST80, C 2	1470
09.11.2023	4024	412	6	KH-08951	Umgebung P7, Fomite 412	Tisch & Zubehör	VRE	vanA	ST80, C 2	1470
ST80, Cluster 6										
13.07.2023	ICU 0119	101		KH-08405*	Patient P13, klinische Probe	Harnwegskatheter	LVRE	vanB	ST80, C 6	2406
25.07.2023	ICU 0119	101	48	KH-08469*	Umgebung P13, Fomite 1	Pflegewagen & Zubehör	LVRE	vanB	ST80, C 6	2406
05.09.2023	ICU 0119	101	48	KH-08454*	Umgebung P13, Fomite 4	Infusionsständer	LVRE	vanB	ST80, C 6	2406
25.07.2023	ICU 0119	101	48	KH-08455**	Umgebung P13, Fomite 6	Monitor & Blutdruckmanschette	LVRE	vanB	ST80, C 6	2406
ST2528, Cluster 5										
18.11.2023	4024	412		KH-08925*	Patient P7, klinische Probe	Anaerobes Punkat	VSE	.	ST2528, C 5	8142
14.11.2023	4024	412	11	KH-08941*	Umgebung P7, Fomite 453	Blutdruckmanschette, Patientenkontakt	VSE	.	ST2528, C 5	8142
14.11.2023	4024	412	11	KH-08942*	Umgebung P7, Fomite 454	Blutdruckmanschette, Personalkontakt	VSE	.	ST2528, C 5	8142
28.11.2023	4024	412	7 a.d.	KH-08946**	Umgebung P7, Fomite 553.1	Waschbecken & Wasserhahn	VSE	.	ST2528, C 5	8142
ST1299, Cluster 3										
27.02.2023	0123	302		KH-07909**	Patient P11, klinische Probe	Mittelstrahlurin	VRE	vanA	ST1299, C 3	3109
28.03.2023	0123	301		KH-08039**	Patient P11, Screening	Rektalabstrich	VRE	vanA	ST1299, C 3	3109
30.05.2023	3022	201		KH-08221**	Patient P11, Screening	Rachenabstrich	VRE	vanA	ST1299, C 3	3109
28.07.2023	ICU 1022	103	4	KH-08471**	Umgebung P11, Fomite 45	Nachttisch & Zubehör	VRE	vanA	ST1299, C 3	3109
05.09.2023	ICU 1022	103	4	KH-08474**	Umgebung P11, Fomite 50	Monitor	VRE	vanA	ST1299, C 3	3109
28.07.2023	ICU 1022	103	4	KH-08472**	Umgebung P11, Fomite 46	Perfusorturm	VRE	vanA	ST1299, C 3	3109
12.07.2023	3021	106		KH-08409	Patient P6, Screening	Rektalabstrich	VRE	vanA	ST1299, C 3	3109
22.09.2023	3024	405	5	KH-08709**	Umgebung P6, Fomite 250	Stuhl	VRE	vanA	ST1299, C 3	3109
ST1299, Cluster 3 (cont.)										
24.11.2023	3021	108	21 a.d.	KH-08931*	Umgebung P6, Fomite 514	Thermometer	VRE	vanA	ST1299, C 3	3109
24.11.2023	3021	108	21 a.d.	KH-08933*	Umgebung P6, Fomite 517	Tisch	VRE	vanA	ST1299, C 3	3109
ST1299, Cluster 3 (cont.)										
20.11.2023	6013	312	10 a.d.	KH-08936*	Umgebung P3, Fomite 494	Hocker unter Waschbecken	VRE	vanA	ST1299, C 3	3109
24.11.2023	6013	312	14 a.d.	KH-08938*	Umgebung P3, Fomite 537	Pflegeutensilien am Waschbecken	VRE	vanA	ST1299, C 3	3109

* - klonal nicht unterscheidbare Isolate (≤2 Allelunterschiede); ** - genetisch eng verwandte Isolate (1-2 Allelunterschiede); a.d. - nach Entlassung des Patienten

Gefördert durch:

Die WGS-basierte Typisierung identifizierte genetisch eng verwandte und nicht unterscheidbare *P. aeruginosa*-/VREfm-Kontaminanten aus der Krankenhausumgebung auf mehreren kontaminierten Oberflächen und Stämmen von kolonisierten/infizierten stationären Patient*innen, was darauf hindeutet, dass Erreger vom Patient*innen in die Umgebung ausgeschieden werden und als potentielle Reservoirs für nosokomiale Erreger sowie Vektoren für die Kreuzübertragung ein Risiko im Krankenhaus darstellen. Diese Ergebnisse bekräftigen die Bedeutung von Desinfektion, Surveillance-Kulturen, Kontaktvorkehrungen und Isolierung von infizierten und kolonisierten Patient*innen.

6.4 Mathematische Modellierung der Wirksamkeit von baulichen Interventionen zur Infektionsprävention

Epidemiologische Endpunkte

SARS-CoV-2

Die Ergebnisse in Bezug auf SARS-CoV-2 zeigen, dass kombinierte Strategien mit Berücksichtigung aller drei architektonischen Ansätze (in diesem Fall die Kombination von *AS+EBE+Vent* die größte Wirksamkeit, bzw. die niedrigste IRR und extremste IRD für die gesamte Notaufnahme (Patienten plus HCWs), haben. Dieser Ansatz senkt die Inzidenz um fast 40% (IRR von 0,61 (95% CI 0,59 - 0,63)) und bietet die größten IRDs für Infektionen, Krankenhausaufenthalte, ICU-Aufnahmen und Todesfälle (Anlage 10: Tabelle 1). Bei diesem Szenario könnten fast 12 Mitarbeiter pro Monat (IRD von -11,70 (95% CI -12,30 - -11,20) (Anlage 10: Tabelle 3)) in der ZNA einer Infektion entgehen (direkt ableitbar aus der IRD von 11,70, da der Nenner des IRDs exakt einen Monat des Notaufnahmebetriebs entspricht).

P. aeruginosa und VRE

Die Ergebnisse zeigen die IRR und die IRD pro Monat für das Szenario eines neu auftretenden Erregers und einer endemischen Situation für die beiden Erreger *P. aeruginosa* (Tabellen 10 und 11) und VRE (Tabellen 12 und 13). Den größten Einzeleffekt auf Besiedlungen mit *P. aeruginosa* hat dabei im Szenario eines neu auftretenden Erregers die Nutzung flexibler Partitionen (*FP*) mit einer Reduktion der Besiedlungen um circa 15% (IRR von 0,85 (95% CI 0,83 - 0,87)). Der Effekt wird dabei fast vollständig über den Effekt auf Patient*innen vermittelt (Reduktion von über 40% der Besiedlungen), während die Besiedlungsraten des Gesundheitspersonals sich kaum verändern. Als kombinierte Intervention zeigt sich eine Kombination von Trennung der Erregerträger (*AS*) und Dezentralisierung von Schlüsselbereichen als am effektivsten (*AS* und *EBS*, IRR von 0,84 (95% CI 0,82 - 0,86), Tabelle 10). Auch hier zeigt sich im Wesentlichen ein Effekt auf Patient*innen, nicht aber auf Gesundheitspersonal. Die Ergebnisse im endemischen Szenario für *P. aeruginosa* zeigen insgesamt geringere Effekte für die Interventionen, die Effekte sind aber qualitativ unverändert, so dass die gleichen Einzelinterventionen und kombinierten Interventionen wie im Szenario eines neu auftretenden Erregers die größten Effekte mit sich bringen (Tabelle 11). Für VRE konnte im Szenario eines neu auftretenden Erregers mit *AS* ebenfalls eine Intervention mit dem Ziel der Trennung der Erregerträger als effektivste Einzelmaßnahme identifiziert werden (IRR von 0,87 (95% CI 0,86 - 0,88)). Auch hier wird im Wesentlichen die Besiedlungsrate von Patient*innen reduziert, während das Gesundheitspersonal nicht profitiert. Als kombinierte Intervention ist in diesem Szenario die Kombination von *AS* und *HS* knapp am effektivsten (IRR von 0,85 (95% CI 0,84 - 0,85), Tabelle 12). Wie bei *P. aeruginosa* sind auch bei VRE die Effekte im endemischen Szenario qualitativ unverändert, allerdings durchgehend weniger stark ausgeprägt als im Szenario eines neu auftretenden Erregers (Tabelle 13).

Alle Erreger (Gesamtbetrachtung)

In Bezug auf die drei ausgewählten prototypischen Erreger deuten die Simulationsergebnisse darauf hin, dass die schrittweise Trennung der Erregerträger (über *FP* und *AS*) und die räumliche Variation/Dezentralisierung von Schlüsselbereichen (über *EBE* und *EBS*) zu einer besseren Eindämmung der Übertragung in der gesamten Notaufnahme führen. Die

Auswirkungen auf die Eindämmung der Übertragung können je nach den Merkmalen des Erregers und seiner Übertragungswege sowie der an der Übertragungsdynamik beteiligten Akteure unterschiedlich sein. Es erscheint plausibel, dass diese Ergebnisse auch auf hinsichtlich der Transmissionsrouten und Dynamiken ähnliche Erreger übertragbar sind, wie z.B. das Influenzavirus, oder *Staphylococcus aureus*.

Tabelle 10: Auswirkungen architektonischer Maßnahmen auf *P. aeruginosa*-Besiedlungen (neu auftretende Krankheitserreger)

Intervention	Gesamte Notaufnahme				Patient*innen				HCWs			
	IRR*	IRR (95% CI)	IRD**	IRD** (95% CI)	IRR*	IRR (95% CI)	IRD**	IRD** (95% CI)	IRR*	IRR (95% CI)	IRD**	IRD** (95% CI)
Keine	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
FP	0.85	(0.83 - 0.87)	-0.58	(-0.65 - -0.49)	0.58	(0.55 - 0.61)	-0.5	(-0.55 - -0.46)	0.97	(0.95 - 1)	-0.07	(-0.14 - -0.01)
AS	0.9	(0.88 - 0.92)	-0.38	(-0.47 - -0.3)	0.73	(0.69 - 0.76)	-0.33	(-0.38 - -0.28)	0.98	(0.95 - 1)	-0.06	(-0.12 - 0.01)
HS	0.91	(0.89 - 0.93)	-0.35	(-0.42 - -0.26)	0.75	(0.71 - 0.78)	-0.3	(-0.35 - -0.26)	0.98	(0.96 - 1.01)	-0.04	(-0.11 - 0.02)
EBS	0.89	(0.87 - 0.91)	-0.42	(-0.49 - -0.33)	0.68	(0.65 - 0.72)	-0.38	(-0.42 - -0.33)	0.98	(0.96 - 1.01)	-0.04	(-0.1 - 0.03)
EBE	0.93	(0.91 - 0.96)	-0.25	(-0.33 - -0.17)	0.83	(0.8 - 0.87)	-0.2	(-0.25 - -0.15)	0.98	(0.96 - 1.01)	-0.05	(-0.11 - 0.03)
HS + AS	0.85	(0.83 - 0.87)	-0.56	(-0.64 - -0.48)	0.59	(0.56 - 0.62)	-0.49	(-0.54 - -0.45)	0.97	(0.95 - 1)	-0.07	(-0.14 - -0.01)
AS + EBS	0.84	(0.82 - 0.86)	-0.59	(-0.67 - -0.51)	0.55	(0.53 - 0.58)	-0.53	(-0.58 - -0.49)	0.98	(0.95 - 1)	-0.05	(-0.12 - 0.01)

Tabelle 11: Auswirkungen architektonischer Maßnahmen auf die *P. aeruginosa*-Besiedlung (endemische Situation)

Intervention	Gesamte Notaufnahme				Patient*innen				HCWs			
	IRR*	IRR (95% CI)	IRD**	IRD** (95% CI)	IRR*	IRR (95% CI)	IRD**	IRD** (95% CI)	IRR*	IRR (95% CI)	IRD**	IRD** (95% CI)
Keine	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
FP	0.89	(0.86 - 0.92)	-0.5	(-0.65 - -0.36)	0.72	(0.68 - 0.76)	-0.49	(-0.58 - -0.4)	1	(0.96 - 1.04)	-0.01	(-0.11 - 0.1)
AS	0.94	(0.91 - 0.98)	-0.26	(-0.4 - -0.11)	0.86	(0.82 - 0.91)	-0.24	(-0.33 - -0.15)	0.99	(0.95 - 1.03)	-0.02	(-0.13 - 0.08)
HS	0.92	(0.89 - 0.95)	-0.36	(-0.5 - -0.23)	0.82	(0.78 - 0.86)	-0.32	(-0.4 - -0.24)	0.98	(0.95 - 1.02)	-0.05	(-0.15 - 0.06)
EBS	1	(0.98 - 1.04)	0.02	(-0.11 - 0.16)	0.98	(0.93 - 1.04)	-0.04	(-0.13 - 0.06)	1.02	(0.98 - 1.06)	0.06	(-0.05 - 0.17)
EBE	0.94	(0.91 - 0.97)	-0.27	(-0.42 - -0.13)	0.87	(0.82 - 0.91)	-0.23	(-0.32 - -0.15)	0.99	(0.95 - 1.03)	-0.03	(-0.15 - 0.07)
HS + AS	0.92	(0.9 - 0.95)	-0.34	(-0.47 - -0.21)	0.84	(0.79 - 0.88)	-0.28	(-0.37 - -0.2)	0.98	(0.94 - 1.01)	-0.06	(-0.17 - 0.04)
AS + EBS	0.92	(0.89 - 0.95)	-0.36	(-0.5 - -0.23)	0.76	(0.72 - 0.81)	-0.41	(-0.5 - -0.33)	1.02	(0.98 - 1.06)	0.05	(-0.05 - 0.16)

Tabelle 12: Auswirkungen architektonischer Maßnahmen auf VRE-Besiedlungen (neu auftretende Krankheitserreger)

Intervention	Gesamte Notaufnahme				Patient*innen				HCWs			
	IRR*	IRR (95% CI)	IRD**	IRD** (95% CI)	IRR*	IRR (95% CI)	IRD**	IRD** (95% CI)	IRR*	IRR (95% CI)	IRD**	IRD** (95% CI)
Keine	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
FP	0.88	(0.87 - 0.89)	-1.81	(-1.93 - -1.68)	0.59	(0.58 - 0.6)	-1.78	(-1.86 - -1.71)	1	(0.99 - 1.01)	-0.02	(-0.13 - 0.09)
AS	0.87	(0.86 - 0.88)	-1.95	(-2.09 - -1.82)	0.58	(0.56 - 0.59)	-1.83	(-1.91 - -1.76)	0.99	(0.98 - 1)	-0.12	(-0.23 - -0.01)
HS	0.95	(0.94 - 0.96)	-0.78	(-0.92 - -0.64)	0.83	(0.81 - 0.85)	-0.75	(-0.83 - -0.66)	1	(0.99 - 1.01)	-0.03	(-0.15 - 0.07)
EBS	0.96	(0.95 - 0.97)	-0.57	(-0.71 - -0.43)	0.89	(0.87 - 0.91)	-0.48	(-0.56 - -0.4)	0.99	(0.98 - 1)	-0.09	(-0.2 - 0.02)
EBE	0.97	(0.97 - 0.98)	-0.39	(-0.53 - -0.26)	0.93	(0.91 - 0.95)	-0.31	(-0.39 - -0.23)	0.99	(0.98 - 1)	-0.08	(-0.18 - 0.03)
HS + AS	0.85	(0.85 - 0.86)	-2.2	(-2.34 - -2.07)	0.51	(0.49 - 0.52)	-2.14	(-2.22 - -2.07)	0.99	(0.98 - 1.01)	-0.06	(-0.17 - 0.06)
AS + EBS	0.87	(0.86 - 0.88)	-1.98	(-2.11 - -1.85)	0.55	(0.54 - 0.57)	-1.93	(-2.01 - -1.85)	1	(0.99 - 1.01)	-0.05	(-0.15 - 0.06)

Für die drei Erreger ergibt die AS die vom Aspekt der Kolonisations-/Infektionsvermeidung günstigste unabhängige Intervention sowohl für Patient*innen (SARS-CoV-2: IRR von 0,64 (95% CI 0,60 - 0,68) (Anlage 10: Tabelle 2), *P. aeruginosa*: IRR von 0,73 (95% CI 0,69 - 0,76) (Tabelle 10), VRE: 0,58 (95% CI 0,56 - 0,59) (Tabelle 12)) als auch für die gesamte ZNA (SARS-CoV-2: IRR von 0,78 (95% CI 0,76 - 0,81) (Anlage 10: Tabelle 1), *P. aeruginosa*: IRR von 0,90 (95% CI 0,88 - 0,92) (Tabelle 10), VRE: 0,87 (95% CI 0,86 - 0,88) (Tabelle 12)). Für die erste Stufe der kombinierten Maßnahmen zeigen die Simulationen, dass AS plus eine weitere Maßnahme zu einer höheren Wirksamkeit als AS alleine führt. So würde beispielsweise AS+Vent die Eindämmung von SARS-CoV-2 (IRR von 0,73 (95% CI 0,71 - 0,75) (Anlage 10: Tabelle 1)) in der ZNA fördern. Andererseits würden AS+HS zu einer stärkeren Eindämmung von *P. aeruginosa*

(IRR von 0,85 (95% CI 0,83 - 0,87)) und VRE (IRR von 0,85 (95% CI 0,85 - 0,86)) in der Notaufnahme führen. Eine zweite Ebene kombinierter Interventionen unter Verwendung der AS und der Flächenvariation/Dezentralisierung (EBE oder EBS, je nach Erreger) würde zu optimalen Effekten führen. In Bezug auf die gesamte Notaufnahme würden AS+EBE+Vent die SARS-CoV-2-Übertragung am besten eindämmen (IRR von 0,61 (95% CI 0,59 - 0,63) (Anlage 10: Tabelle 1)), während AS+EBS für *P. aeruginosa* (IRR von 0,84 (95% CI 0,82 - 0,86) (Tabelle 10)) und VRE (IRR von 0,87 (95% CI 0,86 - 0,88) (Tabelle 12)) am besten geeignet wären.

Tabelle 13: Auswirkungen architektonischer Maßnahmen auf die VRE-Besiedlung (endemische Situation)

Intervention	Gesamte Notaufnahme				Patient*innen				HCWs			
	IRR*	IRR (95% CI)	IRD**	IRD** (95% CI)	IRR*	IRR (95% CI)	IRD**	IRD** (95% CI)	IRR*	IRR (95% CI)	IRD**	IRD** (95% CI)
Keine	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
FP	0.94	(0.92 - 0.97)	-0.81	(-1.14 - -0.47)	0.74	(0.7 - 0.77)	-1	(-1.16 - -0.85)	1.02	(0.99 - 1.04)	0.19	(-0.06 - 0.45)
AS	0.93	(0.91 - 0.95)	-1.02	(-1.3 - -0.68)	0.79	(0.75 - 0.83)	-0.8	(-0.96 - -0.63)	0.98	(0.96 - 1)	-0.22	(-0.47 - 0.04)
HS	1.03	(1.01 - 1.06)	0.46	(0.14 - 0.79)	1.1	(1.06 - 1.15)	0.4	(0.23 - 0.57)	1.01	(0.98 - 1.03)	0.07	(-0.2 - 0.33)
EBS	1.05	(1.03 - 1.08)	0.75	(0.44 - 1.08)	1.2	(1.15 - 1.25)	0.76	(0.57 - 0.94)	1	(0.97 - 1.02)	-0.01	(-0.27 - 0.25)
EBE	1.04	(1.02 - 1.06)	0.56	(0.24 - 0.89)	1.11	(1.06 - 1.16)	0.42	(0.23 - 0.6)	1.01	(0.99 - 1.04)	0.14	(-0.14 - 0.39)
HS + AS	0.95	(0.93 - 0.97)	-0.68	(-1.01 - -0.38)	0.83	(0.8 - 0.87)	-0.63	(-0.79 - -0.47)	1	(0.97 - 1.02)	-0.05	(-0.33 - 0.2)
AS + EBS	0.96	(0.94 - 0.98)	-0.56	(-0.88 - -0.26)	0.82	(0.78 - 0.86)	-0.69	(-0.85 - -0.53)	1.01	(0.99 - 1.04)	0.13	(-0.14 - 0.41)

Modellierungsplattform

Die Modellierungsplattform besteht aus einem Open Source Code, der von allen interessierten Wissenschaftler*innen verwendet und angepasst werden kann. Er ist auf GitLab unter https://zivgitlab.uni-muenster.de/clinical-epi/innobri_platform öffentlich verfügbar und ist entsprechend kommentiert und mit Hilfsdateien versehen, so dass eine einfache Nutzung durch Fachwissenschaftler*innen möglich ist. Wie in den Methoden beschrieben ist die Modellierungsplattform grundsätzlich dazu geeignet, auch andere Erreger und Funktionsbereiche abzubilden. Anpassungen sind auch hier direkt im Code möglich.

6.5 Gesundheitsökonomische Evaluation baulicher Interventionen zur Infektionsprävention

Ergebnisse der gesundheitsökonomischen Modellierung für einen Evaluationszeitraum von einem Jahr

SARS-CoV-2: Über einen Evaluationszeitraum von einem Jahr ist die Kombination AS+EBE+Vent mit 1,80 (95% CI: 1,71-1,80) gewonnenen QALYs die effektivste bauliche Maßnahme zur Verringerung der Krankheitslast durch nosokomiale SARS-CoV-2-Infektionen (Tabelle 14). Aufgrund der hohen Baukosten (im Vergleich zu den anderen Maßnahmen) sind die gesellschaftlichen Kosten allerdings auch nach Abzug der eingesparten Krankheitskosten durch vermiedene Infektionen mit 78.183 Euro (95% CI: 76.701-79.684 Euro) am höchsten. Insgesamt fünf bauliche Maßnahmen (FP, HS, EBS, Vent, FP+Vent) sind aus gesellschaftlicher Perspektive kostensparend, d.h. die vermiedenen Krankheitskosten übersteigen die Bau-, Betriebs- und Instandhaltungskosten. Durch die Maßnahmenkombination FP+Vent wären die Kosteneinsparungen am höchsten. Bis zu einer Zahlungsbereitschaft von 90.000 Euro pro QALY weist die Kombinationsmaßnahme FP+Vent die höchste Wahrscheinlichkeit auf, kosteneffektiv zu sein, bei einer Zahlungsbereitschaft von 90.000-160.000 Euro die Maßnahmenkombination AS+Vent und ab 160.000 Euro die Maßnahmenkombination AS+EBE+Vent (Abb. 20).

VRE: Über einen Evaluationszeitraum von einem Jahr ist die bauliche Maßnahme FP mit 0,15 (95% CI: 0,10-0,21) gewonnenen QALYs sowohl die effektivste bauliche Maßnahme zur Verringerung der Krankheitslast durch nosokomiale VRE-Infektionen als auch die kostensparendste. Die gesellschaftliche Kosteneinsparung beträgt 1.442 Euro (95% CI: 462-2.635 Euro). FP dominiert daher alle anderen evaluierten baulichen Maßnahmen (auf eine Abbildung zur Kosten-Effektivität wird deshalb verzichtet). Drei Maßnahmen (HS, EBS, EBE)

führen sowohl zu einer höheren Krankheitslast als auch zu höheren gesellschaftlichen Kosten. Die Maßnahme *Vent* ist ineffektiv, verursacht aber auch keine Kosten, so dass alle Kombinationsmaßnahmen mit *Vent* zu den gleichen Ergebnissen führen wie ohne *Vent*.

P. aeruginosa: Über einen Evaluationszeitraum von einem Jahr ist die bauliche Maßnahme FP mit 0,15 (95% CI: 0,07-0,25) gewonnenen QALYs sowohl die effektivste bauliche Maßnahme zur Verringerung der Krankheitslast durch nosokomiale *P. aeruginosa*-Infektionen als auch die kostensparendste. Die gesellschaftliche Kosteneinsparung beträgt 1.353 Euro (95% CI: 347-2.602 Euro). *FP* ist die einzige evaluierte Maßnahme, die zu gesellschaftlichen Kosteneinsparungen führt, und dominiert alle anderen evaluierten baulichen Maßnahmen (auf eine Abbildung zur Kosten-Effektivität wird deshalb verzichtet). Die Maßnahme *Vent* ist ineffektiv, verursacht aber auch keine Kosten, so dass alle Kombinationsmaßnahmen mit *Vent* zu den gleichen Ergebnissen führen wie ohne *Vent*.

Tabelle 14: Gewonnene QALYs und gesellschaftliche Kosten der baulichen Maßnahmen über einen Evaluationszeitraum von einem Jahr

	gewonnene QALYs				Gesellschaftliche Kosten (in Euro)			
	SARS-Cov-2	VRE	PSA	Gesamt	SARS-Cov-2	VRE	PSA	Gesamt
FP	0,85 (0,77-0,92)	0,15 (0,1-0,21)	0,15 (0,07-0,25)	1,14 (1,02-1,28)	-8.241 (-10.101--6.355)	-1.442 (-2.635--462)	-1.353 (-2.602--347)	-14.033 (-16.532--11.651)
AS	1,11 (1,01-1,21)	0,12 (0,08-0,17)	0,07 (0,03-0,13)	1,30 (1,18-1,42)	68.765 (66.413-71.129)	89.217 (88.186-90.064)	90.172 (89.389-90.796)	65.022 (62.403-67.592)
HS	0,33 (0,23-0,42)	-0,06 (-0,1--0,03)	0,10 (0,05-0,17)	0,36 (0,25-0,48)	-2.037 (-3.975--38)	5.644 (5.072-6.369)	2.604 (1.702-3.312)	-2.721 (-4.882--452)
EBS	0,52 (0,43-0,6)	-0,11 (-0,17--0,07)	0,01 (-0,02-0,05)	0,41 (0,31-0,51)	-7.501 (-9.368--5.586)	6.700 (5.854-7.774)	4.240 (3.633-4.817)	-5.494 (-7.684--3.234)
EBE	0,84 (0,76-0,92)	-0,06 (-0,1--0,03)	0,07 (0,03-0,12)	0,85 (0,75-0,95)	5.972 (4.501-7.454)	28.978 (28.353-29.804)	26.398 (25.639-26.997)	5.873 (4.098-7.682)
Vent	0,28 (0,18-0,37)	0,00 (0-0)	0,00 (0-0)	0,28 (0,18-0,37)	-5.281 (-7.610--2.933)	0 (0-0)	0 (0-0)	-5.281 (-7.610--2.933)
HS + AS	1,00 (0,92-1,08)	0,09 (0,06-0,14)	0,09 (0,04-0,15)	1,18 (1,08-1,29)	75.720 (73.875-77.614)	94.182 (93.345-94.860)	94.405 (93.547-95.078)	72.243 (70.056-74.400)
FP + Vent	0,89 (0,8-0,97)	0,15 (0,1-0,21)	0,15 (0,07-0,25)	1,18 (1,05-1,33)	-14.143 (-15.684--12.634)	-1.442 (-2.635--462)	-1.353 (-2.602--347)	-19.934 (-22.182--17.810)
AS + Vent	1,68 (1,59-1,77)	0,12 (0,08-0,17)	0,07 (0,03-0,13)	1,87 (1,76-1,99)	58.894 (57.003-60.849)	89.217 (88.186-90.064)	90.172 (89.389-90.796)	55.151 (52.910-57.374)
EBE + Vent	0,77 (0,69-0,86)	-0,06 (-0,1--0,03)	0,07 (0,03-0,12)	0,78 (0,68-0,88)	8.717 (72.07-10.241)	28.978 (28.353-29.804)	26.398 (25.639-26.997)	8.618 (6.773-10.449)
AS + EBE + Vent	1,80 (1,71-1,89)	n/a	n/a	n/a	78.183 (76.701-79.684)	n/a	n/a	n/a
AS + EBS	n/a	0,10 (0,06-0,15)	0,13 (0,06-0,21)	n/a	n/a	94.006 (93.083-94.758)	93.644 (92.533-94.535)	n/a

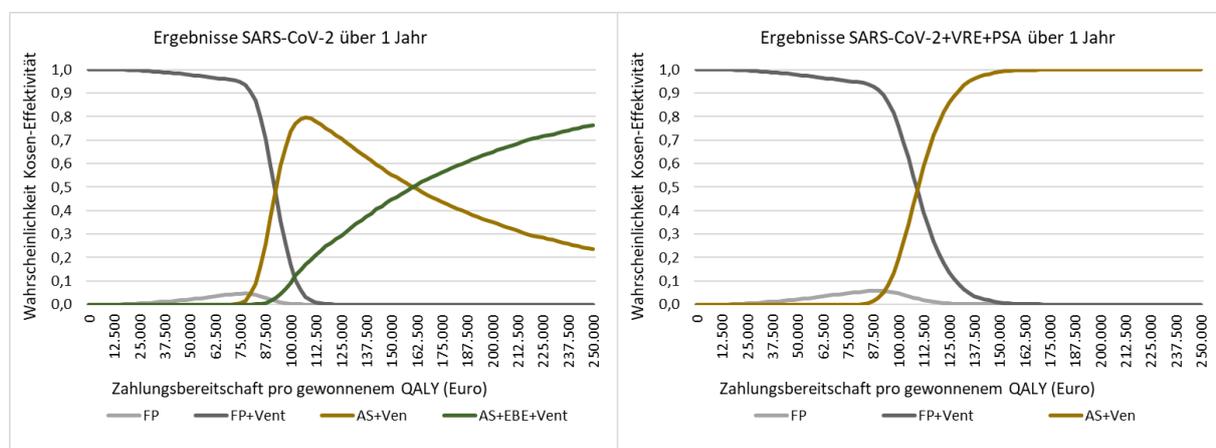


Abbildung 20: Kosten-Effektivitäts-Akzeptanzkurven für einen Evaluationszeitraum von einem Jahr

Gesamtbetrachtung (SARS-CoV-2 + VRE + P. aeruginosa): In der Gesamtbetrachtung ist die Kombination *AS+Vent* mit 1,87 (95% CI: 1,76-1,99) gewonnenen QALYs die effektivste bauliche Maßnahme zur Verringerung der Krankheitslast über einen Evaluationszeitraum von einem Jahr. Allerdings sind die gesellschaftlichen Kosten mit 55.151 Euro (95% CI: 52.910-57.374 Euro) im Vergleich zu den meisten anderen Maßnahmen relativ hoch. Durch die Maßnahmenkombination *FP+Vent* können mit 19.934 Euro (95% CI: 17810-22.182 Euro) die höchsten Kosteneinsparungen erzielt werden. Daneben sind noch die Maßnahmen *FP*, *HS*, *EBS* und *Vent* aus gesellschaftlicher Perspektive kostensparend. Ab einer Zahlungsbereitschaft von 110.000 Euro pro QALY weist die Kombinationsmaßnahme *AS+Vent* die höchste Wahrscheinlichkeit auf, kosteneffektiv zu sein (bis 110.000 Euro pro QALY die Maßnahme *FP+Vent*).

Ergebnisse der gesundheitsökonomischen Modellierung für einen Evaluationszeitraum von fünf Jahren

SARS-CoV-2: Über einen Evaluationszeitraum von fünf Jahren und bei einem Diskontierungssatz von 3% (für QALYs und Kosten) ist die Kombination *AS+EBE+Vent* mit 8,48 (95% CI: 8,06-8,91) gewonnenen QALYs weiterhin die effektivste bauliche Maßnahme zur Verringerung der Krankheitslast durch nosokomiale SARS-CoV-2-Infektionen (Tabelle 15, Abb. 21). Die eingesparten Krankheitskosten durch vermiedene Infektionen übersteigen nun auch die Bau-, Betriebs- und Instandhaltungskosten, so dass gesellschaftliche Kosten in Höhe von 69.297 Euro (95% CI: 62.132-76.341 Euro) eingespart werden könnten. Durch die Maßnahmen *EBE* und *FP+Vent* wären die Einsparungen mit 73.612 Euro (95% CI: 66.545-80.602 Euro) bzw. 71.047 Euro (95% CI: 63.668-78.152 Euro) allerdings noch höher. Über einen Evaluationszeitraum von fünf Jahren ist lediglich die Maßnahme *HS+AS* nicht kostensparend. Ab einer Zahlungsbereitschaft von 900 Euro pro QALY weist die Kombinationsmaßnahme *AS+EBE+Vent* die höchste Wahrscheinlichkeit auf, kosteneffektiv zu sein (bis 900 Euro pro QALY die Maßnahme *EBE*).

Tabelle 15: Gewonnene QALYs und gesellschaftliche Kosten der baulichen Maßnahmen über einen Evaluationszeitraum von fünf Jahren

	gewonnene QALY				Gesellschaftliche Kosten (in Euro)			
	SARS-Cov-2	VRE	PSA	Gesamt	SARS-Cov-2	VRE	PSA	Gesamt
FP	3,99 (3,62-4,36)	0,70 (0,46-0,99)	0,70 (0,34-1,18)	5,40 (4,8-6,06)	-43.137 (-51.949--34.236)	-11.094 (-16.882--6.418)	-10.648 (-16.595--5.915)	-70.443 (-82.356--58.917)
AS	5,23 (4,74-5,71)	0,56 (0,36-0,81)	0,34 (0,15-0,62)	6,14 (5,57-6,73)	-11.919 (-22.858--741)	84.539 (79.614-88.441)	89.056 (85.355-91.951)	-29.607 (-42.224--17.340)
HS	1,54 (1,1-1,97)	-0,28 (-0,46--0,14)	0,46 (0,22-0,8)	1,71 (1,18-2,26)	-26.080 (-35.182--16.832)	10.159 (74.39-13.750)	-4.176 (-8.426--883)	-29.280 (-39.626--18.910)
EBS	2,44 (2,04-2,84)	-0,54 (-0,8--0,33)	0,06 (-0,09-0,22)	1,96 (1,47-2,44)	-51.986 (-60.965--43.218)	15.173 (11.195-20.504)	3.494 (742-6.211)	-42.504 (-52.830--31.975)
EBE	3,98 (3,59-4,36)	-0,30 (-0,49--0,14)	0,33 (0,15-0,6)	4,01 (3,54-4,5)	-73.612 (-80.602--66.545)	34.842 (31.843-38.714)	22.651 (19.046-25.482)	-74.063 (-82.407--65.504)
Vent	1,32 (0,86-1,77)	0,00 (0-0)	0,00 (0-0)	1,32 (0,86-1,77)	-24.910 (-35.863--13.635)	0 (0-0)	0 (0-0)	-24.910 (-35.863--13.635)
HS + AS	4,72 (4,34-5,1)	0,44 (0,28-0,65)	0,40 (0,18-0,71)	5,56 (5,08-6,07)	4.465 (-4.218-13.576)	91.490 (87.472-94.682)	92.567 (88.503-95.744)	-11.941 (-21.953--1.727)
FP + Vent	4,19 (3,77-4,59)	0,70 (0,46-0,99)	0,70 (0,34-1,18)	5,59 (4,97-6,27)	-71.047 (-78.152--63.668)	-11.094 (-16.882--6.418)	-10.648 (-16.595--5.915)	-98.353 (-109.220--88.374)
AS + Vent	7,91 (7,46-8,35)	0,56 (0,36-0,81)	0,34 (0,15-0,62)	8,81 (8,27-9,37)	-58.360 (-67.122--49.277)	84.539 (79.614-88.441)	89.056 (85.355-91.951)	-76.048 (-86.510--65.555)
EBE + Vent	3,64 (3,23-4,05)	-0,30 (-0,49--0,14)	0,33 (0,15-0,6)	3,68 (3,18-4,17)	-60.761 (-68.002--53.482)	34.842 (31.843-38.714)	22.651 (19.046-25.482)	-61.212 (-69.813--52.477)
AS + EBE + Vent	8,48 (8,06-8,91)	n/a	n/a	n/a	-69.297 (-76.341--62.132)	n/a	n/a	n/a
AS + EBS	n/a	0,48 (0,31-0,71)	0,59 (0,28-1,01)	n/a	n/a	93.812 (90.791-96.161)	92.757 (89.303-95.474)	n/a

VRE: Über einen Evaluationszeitraum von fünf Jahren und bei einem Diskontierungssatz von 3% (für QALYs und Kosten) ist die bauliche Maßnahme *FP* mit 0,70 (95% CI: 0,46-0,99) gewonnenen QALYs weiterhin sowohl die effektivste bauliche Maßnahme zur Verringerung der Krankheitslast durch nosokomiale VRE-Infektionen als auch die kostensparendste. Die gesellschaftliche Kosteneinsparung beträgt 11.094 Euro (95% CI: 6.418-16.882 Euro).

P. aeruginosa: Über einen Evaluationszeitraum von fünf Jahren und bei einem Diskontierungssatz von 3% (für QALYs und Kosten) ist die bauliche Maßnahme *FP* mit 0,70 (95% CI: 0,34-1,18) gewonnenen QALYs weiterhin sowohl die effektivste bauliche Maßnahme zur Verringerung der Krankheitslast durch nosokomiale *P. aeruginosa*-Infektionen als auch die kostensparendste. Die gesellschaftliche Kosteneinsparung beträgt 10.648 Euro (95% CI: 5.915-16.595 Euro).

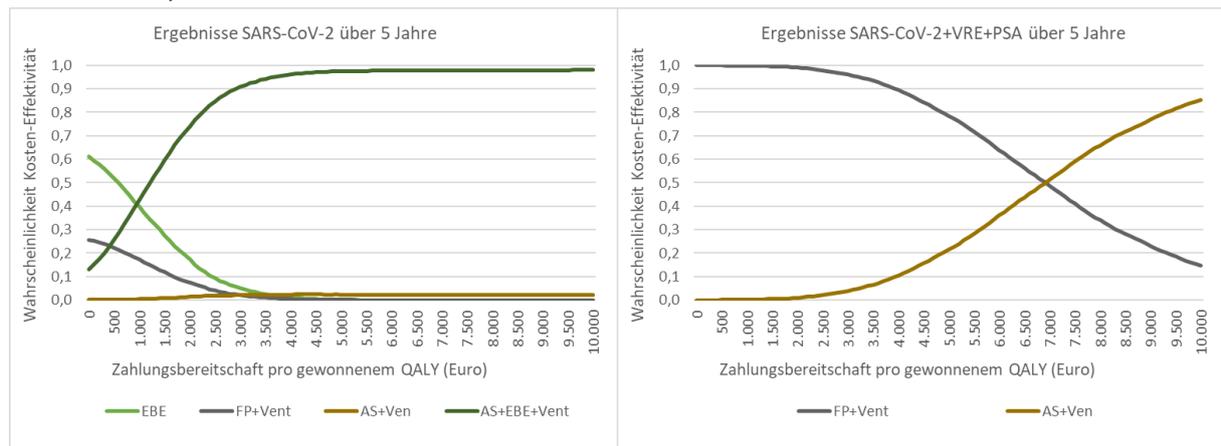


Abbildung 21: Kosten-Effektivitäts-Akzeptanzkurven für einen Evaluationszeitraum von fünf Jahren

Gesamtbetrachtung (SARS-CoV-2 + VRE + *P. aeruginosa*): Bei einem Diskontierungssatz von 3% (für QALYs und Kosten) ist die Kombination *AS+Vent* mit 8,81 (95% CI: 8,27-9,37) gewonnenen QALYs in der Gesamtbetrachtung auch über einen Evaluationszeitraum von fünf Jahren die effektivste bauliche Maßnahme zur Verringerung der Krankheitslast. Zudem könnten durch die Maßnahme gesellschaftliche Kosten in Höhe von 76.048 Euro (95% CI: 65.555-86.510 Euro) eingespart werden. In der Gesamtbetrachtung sind alle evaluierten Maßnahmen kostensparend, wobei Einsparungen durch die Maßnahme *FP+Vent* mit 98.353 Euro (95% CI: 88.374-109.220 Euro) am höchsten wären. Ab einer Zahlungsbereitschaft von 7.000 Euro pro QALY weist die Kombinationsmaßnahme *AS+Vent* die höchste Wahrscheinlichkeit auf, kosteneffektiv zu sein (bis 7.000 Euro pro QALY die Maßnahme *FP+Vent*).

Ergebnisse der gesundheitsökonomischen Modellierung für einen Evaluationszeitraum von 20 Jahren

SARS-CoV-2: Über einen Evaluationszeitraum von 20 Jahren und bei einem Diskontierungssatz von 3% (für QALYs und Kosten) ist die Kombination *AS+EBE+Vent* mit 27,45 (95% CI: 26,16-28,93) gewonnenen QALYs und einer Reduktion der gesellschaftlichen Kosten um 490.136 Euro (95% CI: 467.044-512.037 Euro) sowohl die effektivste als auch die kostensparendste bauliche Maßnahme zur Verringerung der Krankheitslast durch nosokomiale SARS-CoV-2-Infektionen. Alle anderen Maßnahmen sind ebenfalls kostensparend (Tabelle 16).

VRE: Auch über einen Evaluationszeitraum von 20 Jahren (Diskontierungssatz von 3% für QALYs und Kosten) ist die bauliche Maßnahme *FP* mit 2,27 (95% CI: 1,49-3,22) gewonnenen QALYs weiterhin sowohl die effektivste Maßnahme zur Verringerung der Krankheitslast durch nosokomiale VRE-Infektionen als auch die kostensparendste. Die gesellschaftliche Kosteneinsparung beträgt 38.497 Euro (95% CI: 23.005-57.240 Euro).

P. aeruginosa: Auch über einen Evaluationszeitraum von 20 Jahren (Diskontierungssatz von 3% für QALYs und Kosten) ist die bauliche Maßnahme *FP* mit 2,27 (95% CI: 1,12-3,82)

gewonnenen QALYs weiterhin sowohl die effektivste Maßnahme zur Verringerung der Krankheitslast durch nosokomiale *P. aeruginosa*-Infektionen als auch die kostensparendste. Die gesellschaftliche Kosteneinsparung beträgt 36.981 Euro (95% CI: 21.755-55.990 Euro).

Gesamtbetrachtung (SARS-CoV-2 + VRE + *P. aeruginosa*): In der Gesamtbetrachtung ist die Kombination AS+Vent mit 28,62 (95% CI: 26,87-30,43) gewonnenen QALYs und einer Reduktion der gesellschaftlichen Kosten um 450.499 Euro (95% CI: 416.465-485.52 Euro) über einen Evaluationszeitraum von 20 Jahren und bei einem Diskontierungssatz von 3% (für QALYs und Kosten) sowohl die effektivste als auch die kostensparendste bauliche Maßnahme. Alle anderen Maßnahmen sind ebenfalls kostensparend.

Tabelle 16: Gewonnene QALYs und gesellschaftliche Kosten der baulichen Maßnahmen über einen Evaluationszeitraum von 20 Jahren

	gewonnene QALYs				Gesellschaftliche Kosten (in Euro)			
	SARS-Cov-2	VRE	PSA	Gesamt	SARS-Cov-2	VRE	PSA	Gesamt
FP	12,97 (11,77-14,16)	2,27 (1,49-3,22)	2,27 (1,12-3,82)	17,51 (15,55-19,61)	-142.878 (-171.327--114.284)	-38.497 (-57.240--23.005)	-36.981 (-55.990--21.755)	-231.252 (-268.758--194.141)
AS	17,00 (15,42-18,56)	1,82 (1,16-2,62)	1,11 (0,49-1,98)	19,93 (18,08-21,84)	-242.298 (-278.160--205.889)	71.335 (55.560-84.230)	86.019 (74.187-95.367)	-299.480 (-339.955--260.075)
HS	4,99 (3,58-6,38)	-0,91 (-1,49--0,46)	1,48 (0,71-2,55)	5,56 (3,85-7,35)	-94.714 (-124.188--64.841)	22.930 (14.096-34.434)	-23.409 (-37.077--12.796)	-105.090 (-138.183--71.333)
EBS	7,91 (6,59-9,22)	-1,73 (-2,59--1,06)	0,18 (-0,28-0,7)	6,36 (4,74-7,94)	-178.655 (-208.014--148.497)	39.165 (26.024-56.199)	1.471 (-7.744-10.495)	-147.918 (-182.018--113.063)
EBE	12,92 (11,7-14,16)	-0,96 (-1,59--0,47)	1,06 (0,46-1,92)	13,02 (11,5-14,61)	-300.762 (-323.536--277.998)	51.495 (41.765-63.837)	12.170 (247-21.350)	-302.086 (-329.280--274.413)
Vent	4,28 (2,83-5,72)	0,00 (0-0)	0,00 (0-0)	4,28 (2,83-5,72)	-80.893 (-116.604--44.387)	0 (0-0)	0 (0-0)	-80.893 (-116.604--44.387)
HS + AS	15,33 (14,12-16,54)	1,43 (0,9-2,1)	1,30 (0,59-2,27)	18,06 (16,48-19,72)	-198.849 (-227.081--170.441)	83.875 (70.763-94.378)	87.402 (74.246-97.705)	-252.006 (-285.245--219.566)
FP + Vent	13,58 (12,28-14,91)	2,27 (1,49-3,22)	2,27 (1,12-3,82)	18,13 (16,11-20,34)	-233.340 (-256.462--210.467)	-38.497 (-57.240--23.005)	-36.981 (-55.990--21.755)	-321.714 (-355.764--288.261)
AS + Vent	25,70 (24,26-27,14)	1,82 (1,16-2,62)	1,11 (0,49-1,98)	28,62 (26,87-30,43)	-393.318 (-422.172--363.485)	71.335 (55.560-84.230)	86.019 (74.187-95.367)	-450.499 (-485.502--416.465)
EBE + Vent	11,83 (10,5-13,11)	-0,96 (-1,59--0,47)	1,06 (0,46-1,92)	11,93 (10,34-13,53)	-258.911 (-281.817--236.142)	51.495 (41.765-63.837)	12.170 (247-21.350)	-260.235 (-287.604--232.839)
AS + EBE + Vent	27,54 (26,16-28,93)	n/a	n/a	n/a	-490.136 (-512.037--467.044)	n/a	n/a	n/a
AS + EBS	n/a	1,56 (0,98-2,3)	1,90 (0,92-3,23)	n/a	n/a	81.278 (66.778-92.730)	75.897 (58.753-89.266)	n/a

7. Diskussion der Projektergebnisse

In den letzten 30 Jahren hat sich die Grundlage von Planungen im Krankenhausbau erheblich weiterentwickelt. Evidenzbasiertes Design, das die Anwendung von wissenschaftlichen Erkenntnissen bei der Planung von Gesundheitseinrichtungen beschreibt, spielt eine zunehmend größere Rolle.

Vor allem im Bereich Infektionsprävention und Arbeitssicherheit sind viele Bestrebungen unternommen worden, um den Einfluss von planerischen Lösungen auf das Outcome von Patient*innen sowie die Mitarbeiterzufriedenheit am Standort Krankenhaus zu untersuchen und objektivierbar zu machen.

Aufgrund der multifaktoriellen Ätiologie von Krankenhausinfektionen ist es allerdings sehr schwierig, den relativen Beitrag einzelner strukturellen Maßnahmen auf das gewünschte Outcome einzuschätzen. Selbst in Studien, in denen der Umzug in eine Struktur mit ausschließlich Einzelzimmer die einzige Intervention war, könnte die Umstellung von Prozessen und die damit verbundenen Änderungen im Verhalten des Personals einen relevanten Effekt auf das Outcome gehabt haben. Die meisten Untersuchungen beziehen sich darüber hinaus auf einzelne Strukturen mit einzigartigen Charakteristika, so dass eine Generalisierung der Ergebnisse nur bedingt möglich ist.

Unterschiedliche Gremien und Fachgesellschaften haben strukturierte Empfehlungen in Bezug auf die Krankenhausplanung formuliert. Die direkte Beobachtung von Hygieneprozessen im Alltag sowie die Integration der Meinung von Fachexpert*innen in Sachen Planung, Medizin und Infektionsprävention sowie Medizintechnik wird immer wieder als wesentlicher Bestandteil der Planungsprozesse genannt [34]. Genau da, wo die vorhandene Literatur die notwendigen Antworten nicht geben kann, leistet der Beitrag aus der „praktischen“ Welt eine unersetzliche Rolle.

Diese Arbeit bettet sich somit in einen bestehenden wissenschaftlichen Diskurs über die Anwendung von evidenzbasiertem Design und die Entwicklung von evidenzbasierten Methoden in der Krankenhausplanung ein. Ziel war es, durch die Integration von unterschiedlichen professionellen Akteuren und Arbeitsmethoden nicht nur eine Hilfe für die Planung in Form von strukturierten Empfehlungen zu formulieren, sondern auch ein prozessuales Beispiel für die zukünftige Zusammenarbeit zwischen unterschiedlichen Disziplinen vorzuschlagen.

Die Auswirkungen architektonischer Maßnahmen auf die Übertragung von SARS-CoV-2, *P. aeruginosa* und VRE wurden dabei am Beispiel einer prototypischen ZNA eines Universitätsklinikums in Deutschland untersucht. Dafür wurden Datenquellen verwendet, um das Modell zu erstellen und Szenarien mit verschiedenen Erregern zu simulieren. Für SARS-CoV-2 wurden Daten aus der frühen Phase der Pandemie verwendet, während für *P. aeruginosa* und VRE die Surveillancedaten aus Universitätskliniken in Deutschland eingesetzt wurden.

Im Rahmen dieses Projekts konnte gezeigt werden, dass im Rahmen multidisziplinärer Zusammenarbeit der infektionspräventive Effekt baulicher Interventionen evaluiert werden kann. Es konnte zudem gezeigt werden, dass die Effektivität verschiedener Maßnahmen sehr stark abhängig ist von den Erregern und der Ausbreitungssituation (epidemisch versus endemisch). Es wurde auch gezeigt, dass eine Kombination verschiedener architektonischer Maßnahmen am effektivsten ist, um der Ausbreitung der drei ausgewählten Krankheitserreger in der ZNA entgegenzuwirken. Diese architektonischen Schemata ermöglichen die Anpassung an lokale Bedürfnisse und verschiedene Szenarien mit epidemischen und endemischen Situationen.

Die gesundheitsökonomischen Analysen haben zudem gezeigt, dass eine integrierte Betrachtung mit unterschiedlichen Erregern erforderlich ist, um die Wirtschaftlichkeit und Effektivität der architektonischen Maßnahmen besser einschätzen zu können. Eine isolierte Betrachtung mit nur einem Erreger könnte zur Ablehnung von insgesamt wirtschaftlichen oder sogar kostensparenden Maßnahmen führen. Zusätzlich haben die Analysen gezeigt, dass ein längerfristiger Evaluationszeitraum erforderlich ist, da die Baukosten bereits im ersten Jahr anfallen, während die Effekte über die Zeit akkumulieren. Diesbezüglich deuten die Ergebnisse darauf hin, dass alle evaluierten architektonischen Maßnahmen über einen längeren Zeitraum bei einer integrierten Betrachtung mit unterschiedlichen Erregern kostensparend sein könnten. Auch aus ökonomischer Sicht zeigte sich, dass Kombinationen verschiedener architektonischer Maßnahmen am vorteilhaftesten sein könnten.

Bei diesem Projekt wurden einige Limitationen festgestellt. Die erste betrifft die tatsächliche Zahl der nosokomialen Übertragungen. Es gibt keine Literatur, aus der sich die Anzahl der infizierten und kolonisierten Personen in den verschiedenen Bereichen der ZNA ableiten ließe, so dass keine realen Daten zur Kalibrierung der Übertragungswahrscheinlichkeiten (TP) verwendet werden konnten. Stattdessen werden die TPs aus den Raummerkmalen abgeleitet, wobei die Theorie der dynamischen Ausbreitung in Innenräumen (SARS-CoV-2) und der Prozess- und Interaktionsbeitrag innerhalb und zwischen Patient*innen, HCWs und *Fomites* (*P. aeruginosa* und VRE) verwendet wurde. Die zweite Einschränkung unseres Ansatzes betrifft die Interaktionszeit in den Räumen; sie folgt dem Expert*innenwissen, das von individueller Erfahrung abhängig sein kann. Künftige Beobachtungsstudien könnten Aufschluss über die Interaktionsniveaus im Fern- und Nahbereich (Fall SARS-CoV-2) sowie über den physischen Kontakt zwischen Patient*innen, medizinischem Personal und Krankheitserregern in den ZNA-

Bereichen geben. Besonderes Augenmerk könnte auf Bereiche gelegt werden, in denen das Gesundheitspersonal mit Patient*innen interagiert. Parameterwerte für den Zeitanteil, den Personen in unterschiedlichen Interaktionen in den einzelnen Bereichen verbringen, wären von großer Bedeutung, um die Auswirkungen von Separationsinterventionen besser abschätzen zu können. Eine dritte Einschränkung betrifft die fehlende Einbeziehung von Infektionen und Kolonisationen außerhalb der Notaufnahme, insbesondere in Bezug auf medizinisches Personal; künftige Erweiterungen sollten diese zum Beispiel Übertragungen in Haushalten und anderen Krankenhausbereichen wie Pflegestationen und Intensivstationen berücksichtigen.

Insgesamt zeigen die Ergebnisse des Projekts, dass für die drei Arten von Krankheitserregern die größten Eindämmungseffekte durch die Trennung der Erregerträger mit Hilfe der AS-Intervention erzielt werden, die durch die Kombination mit einer zusätzlichen Schicht architektonischer Maßnahmen hinsichtlich der Flächenvariation und/oder Dezentralisierung je nach Erregereigenschaften optimiert werden kann. Eine optimale Eindämmung für via großer und kleiner Aerosole übertragene Erreger könnte mit *AS + EBE + Vent* erreicht werden, während bei bakteriellen Erregern *AS + EBS* in Szenarien mit einem neu auftretenden Erreger als Grundlage dienen könnten und *AS + EBS* in einem endemischen Szenario zu optimalen Ergebnissen führen könnten, insbesondere für Patient*innen.

Über die konkreten Ergebnisse hinaus stellt das prototypische Modell das zentrale Ergebnis dar. Dieses kann modifiziert und weiterentwickelt sowie auf andere Funktionsbereiche übertragen werden, um so mit geeigneten Parametern diverse Fragestellungen zu baulich funktionellen Themen ohne de facto Bau und ohne Interventionsstudie zu modellieren und so Empfehlungen zu erstellen.

8. Verwendung der Ergebnisse nach Ende der Förderung

Die Durchführung dieses Projektes hat die Möglichkeit geschaffen, die transsektorale Kooperation zwischen den Disziplinen Bau, Medizin, Epidemiologie und Gesundheitsökonomie auszubauen und gleichzeitig die nachhaltige Zusammenarbeit deutlich zu verbessern.

Mit den bisher erzielten Ergebnissen und aufbauend auf etablierten Kompetenzen der beteiligten Partner ist dieser Verbund in der Lage, zur Bewältigung von unterschiedlichen Infektionsgeschehnissen einen wertvollen Beitrag zu leisten. Die über Disziplinengrenzen hinweg etablierte Zusammenarbeit bietet eine einzigartige Möglichkeit, auf die Herausforderung des Auftretens multiresistenter Erreger und NI im Krankenhaus zu reagieren. So konnte der Verbund konkrete bauliche Lösungsvorschläge erarbeiten, die nachweislich präventiv auf die Übertragung von Erregern sind.

Die Ergebnisse unterstützten aktuell die folgenden am Institut für Konstruktives Entwerfen, Industrie- und Gesundheitsbau (IKE) der TU Braunschweig bearbeitete Forschungsprojekte bei der Entwicklung, Evaluierung und Optimierung von baulichen und prozessualen Lösungen:

- Intensivstation der Zukunft/Prototyp

Laufzeit: 01.11.2020 – 30.04.2026

Planung und Entwicklung baulich-technischer und prozessualer Musterlösungen für Intensivstationen - Reduktion von Krankenhausinfektionen durch evidenzbasierte Krankenhausarchitektur

Träger: BBSR „Initiative Zukunft Bau“

- EFFE CoE

Laufzeit: 01.01.2020 – 15.11.2024

Entwicklung, Planung und Bau einer ausgewiesenen HCID-Behandlungseinrichtung und Erstellung eines speziellen HCID-Ausbildungsprogramms für medizinisches Personal.

Träger: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMG)

- Enhance

Laufzeit: 01.12.2023 – 30.11.2026

Energieeffiziente Krankenhausräumlichkeiten: Mit minimalem Energieeinsatz ein gesundes Raumklima und hygienische Raumluftqualität schaffen; Teilvorhaben: Architektur und Bautechnik“ Teilvorhaben BIPROC-TV1-CONSTRUCT – Bauliche Lösungen für Kontrollstellen
Träger: Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK)

Förderkennzeichen: Noch nicht vergeben

- Database of Architecture and Health Environments

Laufzeit: 01.07.2022-01.11.2024

Die Wissensplattform für infektionspräventives Bauen im Neubau oder Bestand für Planende und Nutzende kritischer Infrastrukturen

Träger: Träger: BBSR „Initiative Zukunft Bau“

Die wissenschaftliche Anschlussfähigkeit wird durch das Institut für Konstruktives Entwerfen, Industrie- und Gesundheitsbau (IKE) über Publikationen sowie durch die Präsentation der Ergebnisse auf Tagungen und Konferenzen gewährleistet.

Die Ergebnisse des Projektes wurden auf den folgenden Tagungen vorgestellt:

- Holzhausen J; „InfectControl 2020: Lebendige Bauhygiene“, Freiburger Infektiologie- und Hygienekongress, 07.10.2020, Konzerthaus Freiburg
- Sunder W; „Bauliche Musterlösungen für die Intensivstation der Zukunft“, Fachtagung „Gesundheitsbauten“; 09. Mai 2023, digital
- Sunder W; „Intensivstation der Zukunft: Reduktion von Infektionen durch evidenzbasierte Krankenhausarchitektur, Fachtagung „Gesundheitsbauten“; 22. November 2022, Köln
- Sunder W; „Werkzeuge für prozesshaftes Entwerfen und Co-Kreieren innovativer Lösungen“, Konferenz „hospital concepts“, 27. Oktober 2022, Berlin
- Sunder W; „Architecture and Healthcare - A German Perspective“, NHS Scotland Assure Conference, 4. November 2022, Crieff Hydro, Scotland
- Sunder W; „Architektur statt Antibiotika - bauliche Infektionsprävention im Gesundheitsbau“, Fachvereinigung Krankenhaustechnik e. V., 13. September 2022, digital
- Sunder W; „Architektur statt Antibiotika - bauliche Infektionsprävention im Gesundheitsbau“, Konferenz „Architektur und Gesundheit“, 20. Juni 2022, RWTH Aachen

Durch das Projekt wurde der wissenschaftliche Nachwuchs unterstützt und die Ausbildung von Fach- und Führungskräften maßgeblich gefördert.

Die synergetische Kooperation zu wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Partnern des Projektes sowie zu weiteren interessierten Institutionen führte darüber hinaus unmittelbar und mittelbar zu einer Erweiterung der Kompetenzen der Forschungseinrichtungen und zu deren Reputation aufgrund erzielter Ergebnisse.

Die Modellierungsstudie bietet eine *Proof-of-Concept*-Plattform für die Erforschung und Bewertung architektonischer Maßnahmen in Krankenhäusern. Da architektonische Maßnahmen unabhängig von der genauen Kenntnis eines Erregers entwickelt werden können, indem man sich auf typische Übertragungswege (Übertragung über die Luft oder durch Kontakt) konzentriert, könnten diese Schemata den Neubau und/oder Renovierungen von Krankenhausgebäuden vorantreiben, und dabei die Übertragung dieser Erreger im Krankenhaus zu verringern.

Die Modellierungsplattform bietet Anpassungsmöglichkeiten, um Interventionen in anderen Arten von Stationen zu untersuchen und zu testen, z. B. in Intensivstationen für Erwachsene oder in neonatalen Intensivstationen. In der allgemeinen Konfigurationsebene können die Raummerkmale der neonatalen Intensivstation definiert werden, wodurch automatisch neue

TPs für die Übertragung über die Luft (Nah- und Fernfeld) sowie die kontaktbasierte Übertragung integriert werden. Aktuelle TP-Werte (zeitabhängige TP und Kontaktbeitrag) können in der Teilebene Fallkonfiguration integriert werden, da Patient*innen auf einer Intensivstation in der Regel eine lange Aufenthaltsdauer haben. Sobald die letzte Konfiguration für die neue Station erfolgt ist, übernimmt die Ausführungsebene die Parameter, um die Anzahl der nosokomialen Fälle zu ermitteln. Die Interventionen können in den drei Modellebenen angepasst werden, und die Regeln können für die neue Station angepasst werden.

Weitere Einstellungen können in die Modellplattform integriert werden, was die Verhaltenscharakteristika von Patient*innen und HCWs, Bewegungen innerhalb verschiedener Stationen und arbeitskulturelle Angelegenheiten bei der Anwendung von Interventionen betrifft. In Bezug auf arbeitskulturelle Aspekte können individuelle Entscheidungen über die Art und Weise der Aufgabenerfüllung, die langfristige Orientierung, Individualismus und kooperatives Verhalten in sozialen Dilemmas [35] ebenfalls zu Modulen in der aktuellen Struktur der Plattform werden, um ihren Einfluss nach der Anwendung von architektonischen Interventionen zu testen. Andererseits kann der Austausch von Patient*innen und medizinischem Personal zwischen den Stationen angepasst werden, um die Übertragungsraten von Krankheitserregern bei den ankommenden Patient*innen auf den verschiedenen Stationen zu verändern. Durch die Integration solcher Merkmale ist es möglich, die unterschiedlichen Bewegungsmuster von Patient*innen aus verschiedenen Risikokategorien zu berücksichtigen. Die Daten für die Parametrisierung solcher Erweiterungsmodule können aus Krankenhausstatistiken und früheren Modellierungsstudien abgeleitet werden [36]. Schließlich sollte auch die Verbindung zwischen verschiedenen Krankenhäusern in Bezug auf Patiententransfers, die sich auf die Übertragungsdynamik der ausgewählten Erreger auswirken, mit Hilfe der Modellierung von Krankenhausnetzwerken integriert werden [37]. Letzteres sollte es ermöglichen, das Zusammenspiel von Erregern, Nutzern und Netzwerkdynamik zu erforschen und zu untersuchen, wie sich letztere auf die Wirksamkeit von Interventionen auswirkt und umgekehrt.

9. Erfolgte bzw. geplante Veröffentlichungen

Hernández-Mejía G, Kucheryava N, Scheithauer S, Holzhausen J, Lange B, Kuhlmann A, Blaschke S, Bagheri G, Bodenschatz E, Tomori V, Karch A. Effects of structural interventions on the nosocomial spread of SARS-CoV-2 in the emergency department - an agent-based modelling study. Posterpräsentation, 12th European Conference on Mathematical and Theoretical Biology (ECMTB 2022), 19.-23.09.2022, Heidelberg.

Schwarz K, Kucheryava N, Karch A, Hernández-Mejía G, Kaba H, Bludau A, Moellmann J, Lange B, Kuhlmann A, Holzhausen J, Scheithauer S. Exploration of architectural interventions for nosocomial infections prevention in emergency departments and intensive care units - An expert interviews based study. Posterpräsentation, PRHYP 278, 75. Jahrestagung der DGHM, 18.-20.09.2023, Lübeck.

Kucheryava N, Pankok F, Nikiforov E, Stieg L, Hoch M, Herold-Schulze G, Bludau A, Hernández-Mejía G, Bartz A, Lange B, Kuhlmann A, Karch A, Sunder W, Kaase M, Scheithauer S. Demonstrating shedding of vancomycin-resistant *Enterococcus faecium* (VREfm) into the hospital environment by colonized patients based on typing by whole genome sequencing. 76. Jahrestagung der DGHM, 02.-05.06.2024, Würzburg.

Hernandez-Mejia G, Scheithauer S, Blaschke S, Kucheryava N, Schwarz K, Moellmann J, Tomori DV, Bartz A, Jaeger VK, Lange B, Kuhlmann A, Holzhausen J, Karch A. Architectural interventions to mitigate the spread of SARS-CoV-2 in emergency departments. J Hosp Infect. 2024 Sep;151:1-10. doi: 10.1016/j.jhin.2024.05.019. Epub 2024 Jun 15. PMID: 38885930.

Geplante Publikationen:

A modelling framework to evaluate the cost-effectiveness of architectural interventions on healthcare-associated infections.

Architectural interventions to mitigate the spread of nosocomial infections in emergency departments.

Architectural interventions to mitigate the spread of SARS-CoV-2 in neonatal intensive care units.

10. Literaturverzeichnis

1. Krankenhaus-Infektions-Surveillance-System (KISS): <https://www.nrz-hygiene.de/kiss>. Accessed 27 Mar 2024.
2. Gemeinsamer Bundesausschuss. Gestuftes System von Notfallstrukturen in Krankenhäusern - Antworten auf häufig gestellte Fragen zum Thema Notfallstrukturen in Krankenhäusern. <https://www.g-ba.de/themen/bedarfsplanung/notfallstrukturen-krankenhaeuser/>
3. Sunder W, Holzhausen J, Gastmeier P, Haselbeck A, Dreßler I. Bauliche Hygiene im Klinikbau: Planungsempfehlungen für die bauliche Infektionsprävention in den Bereichen der Operation, Notfall- und Intensivmedizin. Bonn, 2018.
4. Scheithauer S, Eitner F, Mankartz J, Haefner H, Nowicki K, Floege J, Lemmen SW. Improving hand hygiene compliance rates in the haemodialysis setting: more than just more hand rubs. *Nephrol Dial Transplant*. 2012, 27(2):766-70.
5. Scheithauer S, Kamerseder V, Petersen P, Brokmann JC, Lopez-Gonzalez LA, Mach C, Schulze-Röbbcke R, Lemmen SW. Improving hand hygiene compliance in the emergency department: getting to the point. *BMC Infect Dis*. 2013, 7(13):367.
6. Scheithauer S, Rosarius A, Rex S, Post P, Heisel H, Krizanovic V, Schulze-Röbbcke R, Rossaint R, Lemmen SW. Improving hand hygiene compliance in the anesthesia working room work area: More than just more hand rubs. *Am J Infect Control*. 2013, 41(11):1001-6.
7. BKI Baukosten 2019 Neubau. Statistische Kostenwerte für Gebäude. Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern. Stuttgart: BKI, 2019.
8. Rotermund U, Nendza S. Facility Management - Lebenszyklusrechnung nach GEFMA 220 (Teil 3). *Facility Management-Gutersloh*. 2011, 17(5):31.
9. Ruscher C. Infektionsprävention im Rahmen der Pflege und Behandlung von Patienten mit übertragbaren Krankheiten. Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz*. 2015, 58(10):1151-70.
10. Anforderungen an die Hygiene bei der Reinigung und Desinfektion von Flächen: Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz*. 2022, 65(10):1074-1115.
11. Kuckartz U. Qualitative Inhaltsanalyse: Methoden, Praxis, Computerunterstützung (4., überarb. Aufl.). 2018, Weinheim: Beltz Juventa.
12. Ruddat M. Auswertung von Fokusgruppen mittels Zusammenfassung zentraler Diskussionsaspekte. In M. Schulz, B. Mack & O. Renn (Hrsg.), *Fokusgruppen in der empirischen Sozialwissenschaft. Von der Konzeption bis zur Auswertung* (S. 195–206). 2012, Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
13. Jun JB, Jacobson SH, Swisher JR. Application of discrete-event simulation in health care clinics: A survey. *Journal of the Operational Research Society*. 1999, 50(2):109-123.
14. Piotrowska MJ, Sakowski K, Horn J, Mikolajczyk R, Karch A. The effect of re-directed patient flow in combination with targeted infection control measures on the spread of multi-drug-resistant *Enterobacteriaceae* in the German health-care system: A

- mathematical modelling approach. *Clinical Microbiology and Infection*. 2023, 29(1): 109.e1-109.e7.
15. Hernandez-Mejia G, Scheithauer S, Blaschke S, Kucheryava N, Schwarz K, Moellmann J, Tomori DV, Bartz A, Jaeger VK, Lange B, Kuhlmann A, Holzhausen J, Karch A. Architectural interventions to mitigate the spread of SARS-CoV-2 in emergency departments. *J Hosp Infect*. 2024 Sep;151:1-10. doi: 10.1016/j.jhin.2024.05.019. Epub 2024 Jun 15. PMID: 38885930.
 16. Brammen D, et al. Das AKTIN-Notaufnahmeregister – kontinuierlich aktuelle Daten aus der Akutmedizin: Ergebnisse des Registeraufbaus und erste Datenauswertungen aus 15 Notaufnahmen unter besonderer Berücksichtigung der Vorgaben des Gemeinsamen Bundesausschusses zur Ersteinschätzung. *Medizinische Klinik, Intensivmedizin und Notfallmedizin*. 2022, 117(1):24.
 17. Riley EC, Murphy G, Riley RL. Airborne spread of measles in a suburban elementary school. *Am J Epidemiol*. 1978, 107(5):421-432.
 18. Nordsiek F, Bodenschatz E, Bagheri G. Risk assessment for airborne disease transmission by poly-pathogen aerosols. *PLoS One*. 2021, 16(4):e0248004.
 19. Bagheri G, Scheithauer S, Bodenschatz E. HEADS — Human Emission of Aerosol and Droplet Statistics. <https://aerosol.ds.mpg.de/en/>. Accessed 27 Mar 2024.
 20. Chen W, Zhang N, Wei J, Yen H L, Li Y. Short-range airborne route dominates exposure of respiratory infection during close contact. *Build Environ*. 2020, 176:106859.
 21. Zhang N, Chen W, Chan PT, Yen HL, Tang JWT, and Li Y. Close contact behavior in indoor environment and transmission of respiratory infection. *Indoor Air*. 2020, 30(4): 645-661.
 22. Bagheri G, et al. Size, concentration, and origin of human exhaled particles and their dependence on human factors with implications on infection transmission. *J Aerosol Sci*. 2023, 168:106102.
 23. Bagheri G, Thiede B, Hejazi B, Schlenczek O, Bodenschatz E. An upper bound on one-to-one exposure to infectious human respiratory particles. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2021, 118(49):e2110117118.
 24. Statistisches Bundesamt. Durchschnittliche Lebenserwartung (Periodensterbetafel): Deutschland, Jahre, Geschlecht, Vollendetes Alter. 2024. <https://www-genesis.destatis.de/genesis//online?operation=table&code=12621-0002&bypass=true&levelindex=0&levelid=1730479935162#abreadcrumb>. Accessed 27 Mar 2024.
 25. Pan J, Harb C, Leng W, Marr LC. Inward and outward effectiveness of cloth masks, a surgical mask, and a face shield. *Aerosol Science and Technology*. 2021, 55(6):718-733.
 26. Schreyer KE et al. Emergency Department Management of the Covid-19 Pandemic. *Journal of Emergency Medicine*. 2020, 59(6):946-951.
 27. Yombi JC et al. Symptom-based screening for COVID-19 in healthcare workers: the importance of fever. *Journal of Hospital Infection*. 2020, 105(3):428–429.
 28. Rivett L et al. Screening of healthcare workers for SARS-CoV-2 highlights the role of asymptomatic carriage in COVID-19 transmission. *Elife*. 2020, 9:e58728.
 29. Liu Z, Rexachs D, Epelde F, Luque E. An agent-based model for quantitatively analyzing and predicting the complex behavior of emergency departments. *J Comput Sci*. 2017, 21:11-23.
 30. Huang Q et al. SARS-CoV-2 transmission and control in a hospital setting: An individual-based modelling study. *R Soc Open Sci*. 2021, 8(3):201895.
 31. Pham TM et al. Interventions to control nosocomial transmission of SARS-CoV-2: A modelling study. *BMC Med*. 2021, 19(1):211.
 32. Holzhausen J. Bauliche Infektionspräventionsstrategie - Architekturwissenschaftliche Analyse, Bewertung und Lösungsstrategie zur Kontrolle von Infektionsübertragungswegen in Gebäudesystemen. Diss. 2019.
 33. Schilling J et al. Krankheitsschwere der ersten COVID-19-Welle in Deutschland basierend auf den Meldungen gemäß Infektionsschutzgesetz. *Journal of Health Monitoring*. 2020, 5(S11).

34. Waydhas C R, Markewitz A, Hoffmann F, Frey L, Böttiger B, et al. DIVI Empfehlung zur Struktur und Ausstattung von Intensivstationen 2022, 74.
35. Borg MA. Lowbury Lecture 2013. Cultural determinants of infection control behaviour: Understanding drivers and implementing effective change. *Journal of Hospital Infection*. 2014, 86(3):161-8.
36. Tahir H *et al.* Relevance of intra-hospital patient movements for the spread of healthcare associated infections within hospitals - A mathematical modeling study. *PLoS Comput Biol*, 2021, 17(2):e1008600.
37. Baumgartl T *et al.* In search of patient zero: Visual analytics of pathogen transmission pathways in hospitals. *IEEE Trans Vis Comput Graph*. 2021, 27(2):711-721.

11. Anhang

Nicht zutreffend.

12. Anlagen

Anlage 1: Datenschutzkonzept für die Studie InnoBRI

Anlage 2: Raumparameter von Base Case der Notaufnahme

Anlage 3: Baukosten der Interventionen in Notaufnahme

Anlage 4: Leitfaden qualitativer problemzentrierter Experteninterviews

Anlage 5: Leitfaden qualitativer Befragung von Expert*innen der ZNA zu Einzelkontakten im Nahbereich

Anlage 6: Fragebogen quantitativer Online-Ranking-Befragung von Hygiene-Expert*innen zu Übertragungsrisiken in Notaufnahmen

Anlage 7: Leitfaden semi-qualitativer Befragung von Hygiene-Expert*innen mittels computergestützter Videointerviews (CAVI) zu Transmissionsrouten in Notaufnahmen

Anlage 8: Leitfaden zu Fokusgruppen zur baulichen Infektionsprävention in Notaufnahmen

Anlage 9: Parameter und -werte des gesundheitsökonomischen Modells

Anlage 10: Ergebnisse der Modellierung von Auswirkung architektonischer Maßnahmen auf Infektionen, Krankenhausaufenthalte, Patienten auf der Intensivstation und Todesfälle

**Datenschutzkonzept für die Studie „InnoBRI: Optimierte Patientenversorgung durch innovative Baukonzepte zur Reduktion nosokomialer Infektionsübertragungen“
(Förderung aus Mitteln des Innovationsfonds, Förderkennzeichen: 01VSF2019032)**

Befragung durch problemzentrierte Experteninterviews und Online-Befragung zu Erregertransmissionsrisiken und infektionspräventiven baulichen Interventionen in Notaufnahmen

Um die Raumgestaltung in Notaufnahmen mit Bezug auf Infektionsvermeidung so gut wie möglich zu optimieren, werden die Expertenbefragungen im Zuge einer interdisziplinärer Kooperation von Architekten, Epidemiologen, Infektionsmediziner, Hygienikern, Gesundheitsökonomern und Modellierern unter der Projektleitung des Instituts für Konstruktives Entwerfen, Industrie- und Gesundheitsbau der Technischen Universität Braunschweig (IKE, TUBS), sowie der Universitätsmedizin Halle (UMH), dem Universitätsklinikum Münster (UM), dem Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung in Braunschweig (HZI) und dem Institut für Krankenhaushygiene und Infektiologie an der Universitätsmedizin Göttingen (IK&I der UMG) durchgeführt. Im Rahmen des Forschungsprojekts „InnoBRI: Optimierte Patientenversorgung durch innovative Baukonzepte zur Reduktion nosokomialer Infektionsübertragungen“ evaluieren wir, ob und wie durch baulich-funktionelle Maßnahmen in Notaufnahmen das Risiko nosokomialer Übertragung von Infektionserregern gesenkt werden könnte.

Diese Befragungen sollen dazu dienen, die Wahrscheinlichkeiten der Übertragung von relevanten nosokomialen Erregern während bestimmter Tätigkeiten und Handlungsabläufe (nachfolgend nur verkürzt "Prozesse" genannt) auf Intensivstationen besser zu verstehen und in einem zweiten Schritt bewerten zu können, welche baulich-funktionelle Maßnahmen genau als präventiv wirksam gelten können.

Übergeordnetes Ziel des vorgestellten Vorhabens ist die auf empirisch nachgewiesener Wirksamkeit basierende Entwicklung eines architektonischen Konzepts für ausgesuchte Funktionsstellen, wie z.B. Stationstypen eines Krankenhauses, welches bestmöglich die Vermeidung von Erreger-transmissionsereignissen und Entstehen von nosokomialen Infektionen berücksichtigt.

Zu unserer geplanten Studie, die einen Teil des Forschungsvorhabens darstellt: Wir möchten qualitative problemzentrierte Interviews (PZI) und quantitative Online-Fragebogenerhebungen durchführen (sonstige Studie, jedoch ohne biomedizinische Forschung am Menschen und humanen Körpermaterial oder epidemiologische Forschung mit personenbezogenen Daten).

Ziel ist, mit Hilfe qualitativer und quantitativer Befragungsmethoden fundierte Experteneinschätzungen für die Entwicklung eines architektonischen Konzepts heranzuziehen, die für eine durch innovative Baukonzepte optimierte Patientenversorgung zur Reduktion nosokomialer Infektionsübertragungen beitragen sollen.

Zielgruppe der in qualitativen Interviews befragten Experten sind die Bauexperten (Architekten, Facility Manager, Gebäude- und Medizintechnikplaner und weitere Experten für Krankenhausbauvorhaben) sowie Hygieneexperten (Krankenhaushygieniker und Hygienefachkräfte) und Nutzungsexperten (medizinisches und/oder pflegerisches Personal ohne fachliche Aus- und/oder Weiterbildung auf dem Gebiet der Krankenhaushygiene). Es werden initial ca. 10 Angehörige pro Gruppe (N=30) interviewt, wobei diese Anzahl flexibel ist. In der Regel werden Interviews so lange durchgeführt, bis keine neuen Erkenntnisse/ Informationen, bezogen auf den Forschungsgegenstand, von den Befragten mehr gewonnen werden. Die Interviews werden auf zwei digitalen Tonbandgeräten aufgezeichnet. Die Aufzeichnungen werden nur auf dem Netzlaufwerk des Instituts für Krankenhaushygiene und Infektiologie gespeichert. Nach erfolgter Transkription werden die

Aufzeichnungen gelöscht. Es werden bei diesen Experteninterviews und Online-Befragungen keine personenbezogenen Daten (auch keine Patientendaten) ausgewertet. Die Teilnahme ist freiwillig. Die Experten werden erst befragt, wenn sie eine Einwilligungserklärung unterschrieben haben, von der sie jederzeit zurücktreten können.

Nach einer initialen Runde qualitativer problemzentrierter Interviews (PZI) werden Hypothesen generiert und diese mittels einer quantitativen Online-Fragebogenerhebung in einer anderen vergleichsweisen homogenen Gruppe von Nutzern und Experten auf Konsensfähigkeit getestet. Die Ergebnisse der quantitativen Fragebogenerhebung werden gegebenenfalls wieder als Forschungsgegenstand in die Gruppe der qualitativ befragten Experten für erneute Interviews zurückgesendet und neue Hypothesen generiert. Diese werden in dem Fall wieder den Nutzern zur Testung in Form Fokusgruppen bereitgestellt. Eine gefragte Person darf ausschließlich entweder an der qualitativen oder quantitativen Befragung teilnehmen. Der iterative Prozess zwischen qualitativen und quantitativen sukzessiven Befragungen wird als qualitätssichernde Maßnahme verstanden, indem die Experten heterogener Berufsgruppen anonym und indirekt miteinander kommunizieren.

Als Anlage haben wir folgende Dokumente beigefügt:

- Informationsblatt zum Datenschutz für die qualitativen problemzentrierten Interviews und quantitativen Online-Fragebogenerhebungen (zum Verbleib bei den Befragten),
- Einwilligungserklärung für die qualitativen Interviews und quantitativen Fragebogenerhebungen (wird von den Befragten im Fall der Zustimmung unterschrieben),
- Interviewleitfaden (zwischen verschiedenen Interviewpartner*innen können die Fragen je nach Gruppe/Situation variieren), der Fragebogen für die quantitativen Online-Befragungen wird auf der Grundlage der generierten Hypothesen erstellt.

Informationsblatt zum Datenschutz
(zum Verbleib bei den Befragten)

**1) Forschungsprojekt „InnoBRI: Optimierte Patientenversorgung durch innovative Baukonzepte zur Reduktion nosokomialer Infektionsübertragungen“
(Förderung aus Mitteln des Innovationsfonds, Förderkennzeichen: 01VSF2019032),
Befragung durch Interview**

Die Durchführung der Studie geschieht auf der Grundlage der Bestimmungen des Bundesdatenschutzgesetzes (BDSG) und der Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) sowie des für Ihr Bundesland gültigen Landesdatenschutzgesetzes. Die Mitarbeitenden der Studie unterliegen der Schweigepflicht und sind auf das Datengeheimnis verpflichtet. Die Arbeit dient allein wissenschaftlichen Zwecken. Der Datenschutz verlangt Ihre ausdrückliche und informierte Einwilligung, dass wir die erhobenen Daten speichern und auswerten dürfen. Wir sichern Ihnen folgendes Verfahren zu, damit Ihre Angaben nicht mit Ihrer Person in Verbindung gebracht werden können:

- Wir gehen sorgfältig mit dem Erzählten um: Wir nehmen das Gespräch auf Band auf. Das Band wird mithilfe der Computer-Programme transkribiert, ausgewertet und nach erfolgter Transkription gelöscht. Hierbei wird auch die separat gesicherte Schlüsselliste gelöscht, so dass die Abschrift Ihres Interviews dann anonymisiert ist. Die Löschung der Abschrift des Interviews ist dann nicht mehr möglich, da das Interview einer Person nicht mehr zugeordnet werden kann.
- Die von Ihnen unterschriebene Erklärung zur Einwilligung in die Auswertung wird in einem gesonderten Ordner an einer gesicherten und nur der Projektleitung zugänglichen Stelle aufbewahrt. Sie dient lediglich dazu, bei einer Überprüfung durch den Datenschutzbeauftragten nachweisen zu können, dass Sie mit der Auswertung einverstanden sind. Sie kann mit Ihrem Interview nicht mehr in Verbindung gebracht werden.
- Die Abschrift des Interviews wird nicht veröffentlicht und ist nur projektintern für die Auswertung zugänglich. Die Abschrift wird von den Durchführenden des Projektes gelesen, die ebenfalls der Schweigepflicht unterliegen.
- In die Veröffentlichungen gehen aber nur einzelne Zitate ein, selbstverständlich ohne, dass es erkennbar ist, von welcher Person sie stammen. Wir möchten die Abschrift der Interviews bis zum Abschluss des Forschungsprojektes aufbewahren.
- Die Datenschutzbestimmungen verlangen auch, dass wir Sie noch einmal ausdrücklich darauf hinweisen, dass aus einer Nichtteilnahme keine Nachteile entstehen. Sie können die Antworten auf einzelne Fragen auch verweigern.
- Auch die Einwilligung ist freiwillig und kann von Ihnen jederzeit widerrufen sowie die Löschung des Interviews bzw. der personenbezogenen Daten verlangt werden. In diesem Fall werden alle personenbezogenen Daten gelöscht.
- Der Datenhalter und die für Datenverarbeitung verantwortliche Stelle ist das Institut für Krankenhaushygiene und Infektiologie der Universitätsmedizin Göttingen, Dritte bekommen keinen Einblick in die Daten.
- Wenn Sie Fragen zum Datenschutz haben, wenden Sie sich bitte an uns.
- Sie haben das Recht, eine Beschwerde beim Datenschutzbeauftragten der UMG Göttingen und bei der zuständigen Datenschutz-Aufsichtsbehörde einzulegen, die Kontaktdaten dieser Stellen sind auf diesem Schreiben unten aufgeführt.
- Sie haben das Recht, Auskunft (einschließlich unentgeltlicher Überlassung einer Kopie) über die Sie betreffenden personenbezogenen Daten zu erhalten sowie ggf. deren Berichtigung oder Löschung zu verlangen.

Wir bedanken uns für Ihre Bereitschaft, uns Auskunft zu geben und hoffen unsere wissenschaftliche Arbeit trägt dazu bei, mehr über Optimierte Patientenversorgung durch innovative Baukonzepte zur Reduktion nosokomialer Infektionsübertragungen zu erfahren und die Diskussionen auf eine solide Datenbasis zu stellen.

Für Fragen stehen wir Ihnen jederzeit zur Verfügung:

- Teil-Projektverantwortliche
- Institut für Krankenhaushygiene und Infektiologie
- Verantwortliche Stelle für die Datenverarbeitung
- Zuständiger Datenschutzbeauftragter
- Datenschutz-Aufsichtsbehörde

Informationsblatt zum Datenschutz
(zum Verbleib bei den Befragten)

2) Forschungsprojekt „InnoBRI: Optimierte Patientenversorgung durch innovative Baukonzepte zur Reduktion nosokomialer Infektionsübertragungen“
(Förderung aus Mitteln des Innovationsfonds, Förderkennzeichen: 01VSF2019032)
Online-Befragung zu Erregertransmissionsrisiken und infektionspräventiven baulichen Interventionen in Notaufnahmen

Die Durchführung der Studie geschieht auf der Grundlage der Bestimmungen des Bundesdatenschutzgesetzes (BDSG) und der Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) sowie des für Ihr Bundesland gültigen Landesdatenschutzgesetzes. Die Mitarbeitenden der Studie unterliegen der Schweigepflicht und sind auf das Datengeheimnis verpflichtet. Die Arbeit dient allein wissenschaftlichen Zwecken. Der Datenschutz verlangt Ihre ausdrückliche und informierte Einwilligung, dass wir die erhobenen Daten speichern und auswerten dürfen. Wir sichern Ihnen folgendes Verfahren zu, damit Ihre Angaben nicht mit Ihrer Person in Verbindung gebracht werden können:

- Wir gehen sorgfältig mit Ihren Angaben um: Wir befragen Sie mit Hilfe eines Fragebogens.
- Zum Teil werden Sie gebeten, kurze Antworten zu geben, die als freier Text notiert werden.
- Wir anonymisieren die Angaben. Das bedeutet, Ihrem Fragebogen eine zufällige Zahl zugeordnet wird, um die Unterscheidung der Bögen untereinander zu gewährleisten. Der Fragebogen ist damit nicht mehr auf Sie zurückzuführen.
- Der Datenhalter und die für Datenverarbeitung verantwortliche Stelle ist das Institut für Krankenhaushygiene und Infektiologie der Universitätsmedizin Göttingen, Dritte bekommen keinen Einblick in die Daten.
- Der anonymisierte Fragebogen und die Einverständniserklärung werden zehn Jahre aufbewahrt und dienen der Nachvollziehbarkeit der Forschungsergebnisse.
- Aus einer Nichtteilnahme entstehen keine Nachteile für Sie. Sie können Antworten bei einzelnen Fragen auch verweigern.
- Auch die Einwilligung ist freiwillig und kann jederzeit von Ihnen widerrufen und die Löschung des Interviews von Ihnen verlangt werden.
- Wenn Sie Fragen zum Datenschutz haben, wenden Sie sich bitte an uns.
- Sie haben das Recht, eine Beschwerde beim Datenschutzbeauftragten der UMG Göttingen und bei der zuständigen Datenschutz-Aufsichtsbehörde einzulegen, die Kontaktdaten dieser Stellen sind auf diesem Schreiben unten aufgeführt.
- Sie haben das Recht, Auskunft (einschließlich unentgeltlicher Überlassung einer Kopie) über die Sie betreffenden personenbezogenen Daten zu erhalten sowie ggf. deren Berichtigung oder Löschung zu verlangen.

Wir bedanken uns für Ihre Bereitschaft, uns Auskunft zu geben und hoffen unsere wissenschaftliche Arbeit trägt dazu bei, mehr über angewandte Surveillance-Maßnahmen und Surveillance-Konzepte zu erfahren und die Entwicklung von Best Practice Empfehlungen auf eine solide Datenbasis zu stellen.

Für Fragen stehen wir Ihnen jederzeit zur Verfügung:

- Teil-Projektverantwortliche
- Institut für Krankenhaushygiene und Infektiologie
- Verantwortliche Stelle für die Datenverarbeitung
- Zuständiger Datenschutzbeauftragter
- Datenschutz-Aufsichtsbehörde

EINWILLIGUNGSERKLÄRUNG

Studie „InnoBRI: Optimierte Patientenversorgung durch innovative Baukonzepte zur Reduktion nosokomialer Infektionsübertragungen“

(Förderung aus Mitteln des Innovationsfonds, Förderkennzeichen: 01VSF2019032)

Befragung durch Interview bzw. Online-Befragung zu Erregertransmissionsrisiken und infektionspräventiven baulichen Interventionen in Notaufnahmen

Ich bin über das Vorgehen der Befragung mit einem Informationsblatt zum Datenschutz informiert worden und damit einverstanden, dass meine Antworten als Material für wissenschaftliche Zwecke genutzt werden können.

Ich erkläre mich bereit, an der Befragung teilzunehmen und bin damit einverstanden, dass meine Antworten anonymisiert ausgewertet werden.

Ich bin darüber aufgeklärt worden, dass ich meine Einwilligung jederzeit widerrufen kann. Im Falle des Widerrufs werden keine weiteren Daten mehr erhoben. Ich kann in diesem Fall die Löschung der Daten verlangen.

Ich willige ein, dass die Daten nach Beendigung der Studie mindestens zehn Jahre aufbewahrt werden.

.....
Name in Druckbuchstaben

.....
Ort, Datum

.....
Unterschrift

Anlage 2: Raumparameter von Base Case der Notaufnahme

Room name	Base Case						
	Average						
	Area, [m ²]	Height, [m]	Room volume [m ³]	Volume flow rate, [m ³ /h]	Air exchange rate [1/h] calculated	Air exchange rate [1/h] Literature average	Air exchange rate [1/h] max. performance
Rezeption	18,69	3,00	56,08			5,00	7,50
Triage (ESI-Level)	21,62	3,00	64,85			5,00	7,50
Wartebereich (nicht dringende Fälle, ESI 3-5)	55,43	3,00	166,29			5,00	7,50
Wartebereich (dringende Fälle, ESI 1+2)	73,87	3,00	221,61			5,00	7,50
Untersuchung + Behandlung 1-Bett-Zimmer	17,77	3,00	53,32			8,00	12,00
Untersuchung + Behandlung 3-Bett-Zimmer	34,31	3,00	102,92			8,00	12,00
Labor / Reanimation / Schockraum	45,13	3,00	135,40			20,00	30,00
Röntgenraum (CT), Untersuchung	31,48	3,00	94,43			12,00	18,00
Eingriffsraum (Chirurgie, Herzkatheterlabor), Untersuchung eilig	33,90	3,00	101,70			20,00	30,00
Büro Pflegestützpunkt	20,24	3,00	60,73			8,00	12,00
Besprechungsraum	24,92	3,00	74,75			5,00	7,50
Pausenraum	19,89	3,00	59,68			5,00	7,50
Not prioritised							
Isolations- / Separations-Raum	13,95	3,00	41,86			12,00	18,00
Behandlung infektiöser Patient	22,43	3,00	67,28			12,00	18,00
WC Patienten	12,01	3,00	36,03			5,00	7,50
Arbeit rein / zentral	16,93	3,00	50,78			5,00	7,50
Arbeit rein / dezentral	12,37	3,00	37,10			5,00	7,50
Arbeit unrein / zentral	8,42	3,00	25,27			5,00	7,50
Arbeit unrein / dezentral	9,55	3,00	28,64			5,00	7,50
Versorgung	11,03	3,00	33,08			5,00	7,50
Entsorgung	12,72	3,00	38,17			5,00	7,50
Arztdienstzimmer	16,85	3,00	50,54			5,00	7,50
Umkleide + WC (Personal)	6,48	3,00	19,44			5,00	7,50
Endoskopie		3,00	0,00			5,00	7,50
Gipsraum	28,32	3,00	84,96			8,00	12,00
ggf. weitere Diagnostikräume (Neuroradiologie)	34,81	3,00	104,43			8,00	12,00
Instrumente / Material	16,85	3,00	50,55			5,00	7,50
Geräte /Transportliegen	17,88	3,00	53,63			5,00	7,50

Anlage 3: Baukosten der Interventionen in Notaufnahme

Intervention	Bauteil	FM-Ansatz	Deltagröße der Intervention		Grundlage Kostenfaktor		Entstehende Kosten			Beiwerte		Gesamtkosten / Betrachtungszeitraum		
			Fläche [m²]	Volumen [m³]	Faktor 1 [€/m²]	Faktor 2 [€/m²]	Baukosten [€]	FM-Kosten [€/a]	indirekte Kosten [€/a]	Lebenszyklus-dauer [1/a]	Steigerungsrate [%/a]	1 Jahr [€/a]	5 Jahre [€/5a]	20 Jahr [€/20a]
1 Base case	keine Mehrkosten										0,00 €	0,00 €	0,00 €	
2 Curtains (Curt)	Schiene + Vorhang		28,80		40,00		1.152,00				3,00 %	1.152,00 €	1.152,00 €	1.152,00 €
	Attention 3-bed room - non urgent x 2	Austausch Vorhang	28,80		5,00			144,00		2,00	3,00 %	288,00 €	1.612,80 €	6.580,80 €
		Reinigung	28,80		2,00			57,60			3,00 %	57,60 €	322,56 €	1.316,16 €
												1.497,60 €	3.087,36 €	9.048,96 €
3 Attention (non-urgent) Separation (AS)	Abweichung Nutzfläche		19,52		4.634,72		90.469,73				3,00 %	90.469,73 €	90.469,73 €	90.469,73 €
	(Attention 3-Bed-room non urgent to 3x Attention 1-bed-room non urgent) x 2	Betriebs+ Instandhaltungskosten	19,52		56,16			1.096,24			3,00 %	1.096,24 €	6.138,96 €	25.049,16 €
												91.565,98 €	96.608,70 €	115.518,89 €
4 Waiting area non-urgent Separation (WS)	Bau Wand		14,30		275,01		3.932,67				3,00 %	3.932,67 €	3.932,67 €	3.932,67 €
	2 x Half Room waiting area - non urgent (ESI 3-5)	Bau zusätzl. Tür	1,00		500,00		500,00				3,00 %	500,00 €	500,00 €	500,00 €
		Betriebs+ Instandhaltungskosten	0,60		56,16			33,70			3,00 %	33,70 €	188,70 €	769,95 €
												4.466,37 €	4.621,37 €	5.202,63 €
5 Nurse Base Separation (NBS)	Bau Wand		14,30		275,01		3.932,67				3,00 %	3.932,67 €	3.932,67 €	3.932,67 €
	2 x Half-Room Nurse base	Bau zusätzl. Tür	1,00		500,00		500,00				3,00 %	500,00 €	500,00 €	500,00 €
		Betriebs+ Instandhaltungskosten	0,60		56,16			33,70			3,00 %	33,70 €	188,70 €	769,95 €
												4.466,37 €	4.621,37 €	5.202,63 €
6 Nurse Base Area extension (NBA)	Abweichung Nutzfläche		5,91		4.634,72		27.405,10				3,00 %	27.405,10 €	27.405,10 €	27.405,10 €
	Nurse base x Faktor 1.3 extension	Betriebs+ Instandhaltungskosten	5,91		56,16			332,07			3,00 %	332,07 €	1.859,61 €	7.587,89 €
												27.737,17 €	29.264,71 €	34.992,99 €
7 Ventilation (Vent)		Betriebs+ Instandhaltungskosten	446,24		3,09			689,44			3,00 %	689,44 €	3.860,87 €	15.753,72 €
												689,44 €	3.860,87 €	15.753,72 €
COMBINED														
8 combined WS + AS (Intervention 3+4)												96.032,35 €	101.230,07 €	120.721,52 €
9 combined Curt + Vent (Intervention 2+7)												2.187,04 €	6.948,23 €	24.802,68 €
10 combined AS + Vent (Intervention 3+7)												92.255,42 €	100.469,56 €	131.272,61 €
11 combined NBA + Vent (Intervention 6+7)												28.426,61 €	33.125,58 €	50.746,71 €
12 combined AS + NBA + Vent (Intervention 3+6+7)												119.992,59 €	129.734,28 €	166.265,61 €

InnoBRI: Optimierte Patientenversorgung durch innovative Baukonzepte zur Reduktion nosokomialer Infektionsübertragungen

Interviewleitfaden für qualitative problemzentrierte Experteninterviews

Einführung

In InnoBRI werden bauliche Interventionen untersucht, die vermutlich für nosokomiale Infektionen und Erregertransmissionen mit verschiedenen Übertragungswegen im stationären Setting von Relevanz sind.

Ziel dieses Interviews ist es, Ideen, Anforderungen bzw. Expertenbeurteilungen zu klassischen und innovativen Baumaßnahmen zu identifizieren, die zur Reduktion nosokomialer Infektionsübertragungen im Krankenhaus, insbesondere in ausgewählten Funktionsbereichen wie Intensivstation, neonatologische Normal-/Intensivstation, Stammzelltransplantation/Hämatologie und Notaufnahme beitragen könnten.

Interviewer: Bitte berichten Sie uns, in welcher Funktion Sie tätig sind!

Interviewer: Wo entstehen Ihrer Meinung nach die häufigsten Erregerübertragungen im Krankenhaus, insbesondere auf den genannten Stationen?

Interviewer: Fallen Ihnen weitere hygienerelevante Räume, hygienekritische Bereiche/Stellen in Bezug auf Erregertransmissionen in diesen Funktionsbereichen ein? (z.B. Wegeführung)

Interviewer: Können Sie hinsichtlich der Hygienerelevanz gewichten, an welchen Orten und/oder bei welchen Prozessen auf diesen Stationen am häufigsten eine Erregerübertragung stattfindet?

Interviewer: Welche baulichen Hygiene-Maßnahmen fallen Ihnen ein, die Erregertransmissionen (abhängig vom Übertragungsweg durch Kontakt, Tröpfchen oder Luft) verringern könnten?

Interviewer: Welche Abläufe würden Sie in Bezug auf Hygiene und Erregerübertragungen verbessern?

Interviewer: Wie groß ist Ihrer Meinung nach dem Effekt der Transmissionsprävention, der durch eine bauliche Interventionsmaßnahme erzielt werden kann?

Bitte konkretisieren/differenzieren Sie die Interventionsmaßnahmen zur Prävention von:

- A) Transmission bakterieller multiresistenter Erreger?
- B) Tröpfchenübertragenen Infektionen?
- C) Luftübertragenen Infektionen?

Gruppe A: Bauexpert*innen

Interviewer: Wo sehen Sie den Verbesserungsbedarf in der Anordnung von Räumen/Funktionsstellen auf einer bestimmten Station hinsichtlich nosokomialer Infektionsübertragungen? (z.B. Einführung von Schleusensituationen, Flächenzuweisung von infektionsrelevanten Arbeitsprozessen?)

Interviewer: Wo sehen Sie den Verbesserungsbedarf im materialtechnischen Oberflächenbereich wie beispielsweise Materialwahl in Bezug auf Eigenschaften der besseren Oberflächenreinigung/-desinfizierung?

Interviewer: Welche baulichen prozessualen Komponentenveränderungen erscheinen Ihnen für sinnvoll?

Interviewer: Von welcher dieser drei Maßnahmen - Anordnung von Räumen/Funktionsstellen, Einführung von Schleusensituationen, Flächenzuweisung von infektionsrelevanten Arbeitsprozessen - erwarten sie die größten Effekte?

Interviewer: Welche der drei Maßnahmen schätzen sie als Kosten Nutzen effizient ein?

Interviewer: Gibt es Alternativen zu den von Ihnen gewünschten Ideen?

Interviewer: Wie wichtig ist es, dass das Personal vor Ort in die Planung der Baumaßnahmen einbezogen wird? Wenn ja, welches Personal?

Einzel:

Interviewer: ggf. Nachfragen: Welche Veränderungen an der baulichen Struktur sind Ihrer Meinung nach effektiver, um die Erregertransmissionen zu reduzieren?

Sind bautechnisch-konstruktive Veränderungen wie veränderte Materialwahl und -fügung oder prozessuale Komponentenveränderungen wie z.B. optimiertes Stationslayout effektiver?

Nur für Gruppe B (Hygieneexpert*innen)

Bitte konkretisieren Sie:

Bitte differenzieren Sie die richtigen Schutzmaßnahmen zur Prävention der Erregertransmission hinsichtlich verschiedener Übertragungswege und Risikofaktoren (wie z.B. Transmission ausgehend von Kontamination, Kolonisation mit MRE oder Infektion)!

Interviewer: Können Sie bauliche Interventionen zur Verringerung der Verbreitung nosokomialer Erreger nach Kosten-Nutzen Effektivität abschätzen? Wenn ja, welche Beispiele fallen Ihnen ein?

Interviewer: Kann Ihrer Ansicht nach der Zahl der nosokomialen Infektionen durch die Anwendung von hygienischem Wissen in der Bauplanung verringert werden?

Interviewer: Erscheint Ihnen die Festlegung der korrekten Wegeführung wichtig zur Infektionsprävention zu sein? (z.B., dass man mit Schmutzwäsche durch einen hygienisch sauberen, desinfizierten Bereich nicht gehen darf).

Gruppe B: Hygieneexpert*innen und Gruppe C: Nutzungsexpert*innen

Interviewer: Fallen Ihnen spontan Bereiche ein, bei denen die baulichen Gegebenheiten ein hygienisches Arbeiten erschweren oder unmöglich machen?

Interviewer: Erscheint Ihnen das Konzept der Trennung zwischen "rein" und "unrein" bezüglich vermuteter Kontamination für die Praxis als geeignet, um ein Transmissionsrisiko zu reduzieren?

Interviewer: Schätzen Sie die Implementation baulicher Veränderung zur Verbesserung der Hygiene in der Praxis als ökonomisch sinnvoll ein?

Interviewer: Dient Ihr Krankenhaus der Grund- und Regelversorgung oder ist es ein Haus der Maximalversorgung?

... entspricht es einem hochspezialisierten Elektiv-Krankenhaus?

Interviewer: Nehmen Sie an (regelmäßigen) Hygieneschulungen oder Informationsveranstaltungen teil, in denen ein Zusammenhang von Hygiene und baulichen Maßnahmen erörtert wird?

Interviewer: Ist es wichtig, dass die Krankenhaushygiene in der Planung der Gebäudestruktur einbezogen ist?

Interviewer: Vielen Dank für Ihre Teilnahme an dem Interview!

Ablaufplan der Notaufnahmen-Expert*inneninterviews im InnoBRI-Projekt zum Thema Alltagsprozesse im Nahfeld

Interview-Situation: Interview-Gast und zwei befragende Personen, Kommunikation über Live-Videosoftware (Zoom) mit der Möglichkeit zum Vorzeigen von Materialien und Mitschnitt des Gesprächs

Interview-Struktur: *Einweisung des Gasts, Schritt 1 (Prozess-Findung), Schritt 2 (Benennung der Anteils-Werte), Schritt 3 (Zuweisung von Prozessen zu Räumlichkeiten) (optional)*

Einweisung des Gasts: knappe Einführung in das Ziel und die Bedeutsamkeit des Projekts und Absicht der Modellierung, Erläuterung der Unterscheidung zwischen Nah- und Fern-Kontakten und Klarstellung der Fokussierung auf 1:1-Nahkontakte, Erläuterung des Vorgehens zum gemeinsamen Füllen der Tabelle (Vorlage unten)

Schritt 1 (Prozess-Findung): Erfragen der häufigsten Abläufe im generellen Notaufnahmen-Alltag (einzeln pro Kontakt-Art), dabei Übertragung in Tabelle und gleichzeitiges oder anschließendes Ranking; falls nötig Korrektur der Kategorisierung von "Kontakt-Art"

Schritt 2 (Benennung der Anteils-Werte): Erfragen der geschätzten Häufigkeit des Vorkommens jedes Prozesses (einzeln pro Kontakt-Art)

Schritt 3 (Zuweisung von Prozessen zu Räumlichkeiten) (optional): Falls im Pretest als sinnvoll erachtet, Zuweisung der Prozesse zu bestimmten Räumlichkeiten ihrer Durchführung

Nahkontakt-Anteile (Schritt 1 und Schritt 2):

Prozess (ermittelt in Schritt 1)	Kontakt-Art und Dauer in %			Bemerkungen
	Patient / Patient	Patient / Beschäftigte	Beschäftigte / Beschäftigte	
Prozess 1	% der Aufenthalts-Dauer (Schritt 2)	
Prozess 2				
Prozess 3				

Raum-Zuweisung (Schritt 3):

Prozess	Raum	Bemerkungen
Prozess 1	Raum 1, Raum 2	
Prozess 2	Raum 3	

Teil A: Für SARS-CoV-2-Übertragung relevante Prozesse auf Notaufnahmen

A1.

Bei welchen der folgenden Prozesse auf der Notaufnahme sehen Sie ein Risiko, dass eine Übertragung von SARS-CoV-2 stattfindet? Bitte bewerten Sie das Risiko, das nach einer Zeitspanne von 20 Minuten bestehen sollte, unabhängig davon, ob der jeweilige Prozess realistischerweise kürzer oder länger andauert als 20 Minuten und unabhängig davon, ob die infizierten/kolonisierten oder nicht-infizierten/nicht-kolonisierten Personen Patient*innen oder Beschäftigte sind.

Bitte wählen Sie alle zutreffenden Prozesse aus und sortieren Sie sie absteigend vom höchsten zum geringsten Risiko!

Anmelde/Triage-Prozedur

Patient*innen: Wartezeit

Behandlung

Beschäftigte: Erholungszeit

Reanimation im Schockraum

A2. Gibt es noch weitere Prozesse auf der Notaufnahme, die Ihrer Ansicht nach einen bemerkenswerten Einfluss auf die Übertragung von SARS-CoV-2 haben, die Sie aber in den oben genannten Prozessen nicht abgebildet sehen? In diesem Fall und für weitere Kommentare zu diesem Bereich nutzen Sie bitte das untenstehende Freitextfeld:

Teil B: Transmissions-Risiko von SARS-CoV-2 während der Anmelde/Triage-Prozedur auf Notaufnahmen

B1. Wie hoch schätzen Sie das Transmissions-Risiko während der Anmelde/Triage-Prozedur (bei einer angenommenen Dauer von 20 Minuten)? (Bitte wählen Sie die Kategorie mit dem zutreffenden Intervall, in welches das Risiko fällt!)

kein Risiko (0 Prozent)

zwischen 0 und 0.01 Prozent

zwischen 0.01 und 0.1 Prozent

zwischen 0.1 und 1 Prozent

zwischen 1 und 10 Prozent

mehr als 10 Prozent

B2.

Anmelde/Triage-Prozedur: Wie hoch ist das Risiko genau?

(Angabe bitte in Prozent!)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

B3.

Anmelde/Triage-Prozedur: Wie hoch ist das Risiko genau?

(Angabe bitte in Prozent!)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

B4. **Anmelde/Triage-Prozedur: Wie hoch ist das Risiko genau? (Angabe bitte in Prozent!)**

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

B5. **Anmelde/Triage-Prozedur: Wie hoch ist das Risiko genau? (Angabe bitte in Prozent!)**

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

B8. Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Erhöhung der Luftwechselrate um den Faktor 1,5" das Risiko einer SARS-CoV-2-Übertragung während der Anmelde/Triage-Prozedur auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

B9. Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Vergrößerung des Raumvolumens um den Faktor 1,3" das Risiko einer SARS-CoV-2-Übertragung während der Anmelde/Triage-Prozedur auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

B10. Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Aufteilung des Anmelde-/Triage-Bereichs in mehrere Räume" das Risiko einer SARS-CoV-2-Übertragung während der Anmelde/Triage-Prozedur auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

B11. Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Berührungslose Bedienung der Lichtschalter" das Risiko einer SARS-CoV-2-Übertragung während der Anmelde/Triage-Prozedur auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

B12. Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Berührungslose Bedienung der Türen" das Risiko einer SARS-CoV-2-Übertragung während der Anmelde/Triage-Prozedur auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

B13. Möchten Sie etwas zu diesem Bereich des Fragebogens anmerken? Dann nutzen Sie bitte das untenstehende Freitextfeld:

--

Teil C: Transmissions-Risiko von SARS-CoV-2 während der Wartezeit für Patient*innen auf Notaufnahmen

C1. Wie hoch schätzen Sie das Transmissions-Risiko während der Wartezeit für Patient*innen (wenn ein Ausschnitt von 20 Minuten betrachtet wird)? (Bitte wählen Sie die Kategorie mit dem zutreffenden Intervall, in welches das Risiko fällt!)

- kein Risiko (0 Prozent)
- zwischen 0 und 0.01 Prozent
- zwischen 0.01 und 0.1 Prozent
- zwischen 0.1 und 1 Prozent
- zwischen 1 und 10 Prozent
- mehr als 10 Prozent

C2.

Wartezeit für Patient*innen: Wie hoch ist das Risiko genau?

(Angabe bitte in Prozent!)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

C3. Wartezeit für Patient*innen: Wie hoch ist das Risiko genau?(Angabe bitte in Prozent!)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

C8. Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Erhöhung der Luftwechselrate um den Faktor 1,5" das Risiko einer SARS-CoV-2-Übertragung während der Wartezeit für Patient*innen auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

C9. Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Vergrößerung des Raum-Volumens um den Faktor 1,3" das Risiko einer SARS-CoV-2-Übertragung während der Wartezeit für Patient*innen auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

C10. Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Aufteilung eines Wartebereichs in mehrere Räume" das Risiko einer SARS-CoV-2-Übertragung während der Wartezeit für Patient*innen auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

C11. Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Berührungslose Bedienung der Lichtschalter" das Risiko einer SARS-CoV-2-Übertragung während der Wartezeit für Patient*innen auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

D3.

Behandlungs-Prozesses: Wie hoch ist das Risiko genau?

(Angabe bitte in Prozent!)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

D4. Behandlungs-Prozesses: Wie hoch ist das Risiko genau? (Angabe bitte in Prozent!)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

D5. Behandlungs-Prozesses: Wie hoch ist das Risiko genau? (Angabe bitte in Prozent!)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

D6. In welchen der folgenden Interventionen während der Behandlung auf der Notaufnahme sehen Sie das größte Potential einer Reduktion der Transmissions-Wahrscheinlichkeit von SARS-CoV-2?

Die folgenden Interventionen stehen zur Auswahl:

Einbringen von Vorhängen, mobilen Trennwänden oder Paravents: Durch (mobile) Trennelemente zwischen den Patienten wird der Raum, in dem der Prozess stattfindet, unterteilt Erhöhung der Luftwechselrate um den Faktor 1,5: Erhöhung der Frequenz, mit der der Raum des Prozesses mit frischer (erregerfreier) Luft versorgt wird Vergrößerung des Raum-Volumens um den Faktor 1,3: Volumen des Prozess-Raumes wird vergrößert Separieren der Behandlungsplätze: Der Bereich wird von Mehrbettbelegung zu Einbettbelegung aufgeteilt Berührungslose Bedienung der Lichtschalter: Konventionelle Lichtschalter (Bedienung durch Hand-/Ellenbogenkontakt) werden durch kontaktlos zu bedienende Lichtschalter ersetzt. Berührungslose Bedienung der Türen: Konventionelle Türen (Bedienung durch Hand-/Ellenbogenkontakt) werden durch elektrisch betriebene, kontaktlos öffnende Türsysteme mit kontaktlos zu bedienenden Sensoren ersetzt.

Einbringen von Vorhängen, mobilen Trennwänden oder Paravents

Erhöhung der Luftwechselrate um den Faktor 1,5

Vergrößerung des Raum-Volumens um den Faktor 1,3

Separieren der Behandlungsplätze

Berührungslose Bedienung der Lichtschalter

Berührungslose Bedienung der Türen

D7. Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Einbringen von Vorhängen, mobilen Trennwänden oder Paravents" das Risiko einer SARS-CoV-2-Übertragung während der Behandlung auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

D8. Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Erhöhung der Luftwechselrate um den Faktor 1,5" das Risiko einer SARS-CoV-2-Übertragung während der Behandlung auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

D9. Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Vergrößerung des Raum-Volumens um den Faktor 1,3" das Risiko einer SARS-CoV-2-Übertragung während der Behandlung auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

D10. Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Separieren der Behandlungsplätze" das Risiko einer SARS-CoV-2-Übertragung während der Behandlung auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

D11. Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Berührungslose Bedienung der Lichtschalter" das Risiko einer SARS-CoV-2-Übertragung während der Behandlung auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

D12. Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Berührungslose Bedienung der Türen" das Risiko einer SARS-CoV-2-Übertragung während der Behandlung auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

D13. Möchten Sie etwas zu diesem Bereich des Fragebogens anmerken? Dann nutzen Sie bitte das untenstehende Freitextfeld:

Teil E: Transmissions-Risiko von SARS-CoV-2 während der Erholungszeit für Beschäftigte auf Notaufnahmen

E1. Wie hoch schätzen Sie das Transmissions-Risiko während des Erholungszeit für Beschäftigte (wenn ein Ausschnitt von 20 Minuten betrachtet wird)? (Bitte wählen Sie die Kategorie mit dem zutreffenden Intervall, in welches das Risiko fällt!)

- kein Risiko (0 Prozent)
- zwischen 0 und 0.01 Prozent
- zwischen 0.01 und 0.1 Prozent
- zwischen 0.1 und 1 Prozent
- zwischen 1 und 10 Prozent
- mehr als 10 Prozent

E2.

Erholungszeit für Beschäftigte: Wie hoch ist das Risiko genau?

(Angabe bitte in Prozent!)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

E3.

Erholungszeit für Beschäftigte: Wie hoch ist das Risiko genau?

(Angabe bitte in Prozent!)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

E4. Erholungszeit für Beschäftigte: Wie hoch ist das Risiko genau? (Angabe bitte in Prozent!)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

E5. Erholungszeit für Beschäftigte: Wie hoch ist das Risiko genau? (Angabe bitte in Prozent!)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

E6. In welchen der folgenden Interventionen während der Erholungszeit für Beschäftigte auf der Notaufnahme sehen Sie das größte Potential einer Reduktion der Transmissions-Wahrscheinlichkeit von SARS-CoV-2?

Die folgenden Interventionen stehen zur Auswahl:

Einbringen von Vorhängen, mobilen Trennwänden oder Paravents: Durch (mobile) Trennelemente zwischen den Patienten wird der Raum, in dem der Prozess stattfindet, unterteilt Erhöhung der Luftwechselrate um den Faktor 1,5: Erhöhung der Frequenz, mit der der Raum des Prozesses mit frischer (erregerfreier) Luft versorgt wird Vergrößerung des Raum-Volumens um den Faktor 1,3: Volumen des Prozess-Raumes wird vergrößert Aufteilung des Aufenthaltsraums in mehrere Räume: Der Bereich, an dem dieser Prozess stattfindet, wird dezentralisiert und von einem Raum auf zwei Räume aufgeteilt Berührungslose Bedienung der Lichtschalter: Konventionelle Lichtschalter (Bedienung durch Hand-/Ellenbogenkontakt) werden durch kontaktlos zu bedienende Lichtschalter ersetzt. Berührungslose Bedienung der Türen: Konventionelle Türen (Bedienung durch Hand-/Ellenbogenkontakt) werden durch elektrisch betriebene, kontaktlos öffnende Türsysteme mit kontaktlos zu bedienenden Sensoren ersetzt.

Einbringen von Vorhängen, mobilen Trennwänden oder Paravents

Erhöhung der Luftwechselrate um den Faktor 1,5

Vergrößerung des Raum-Volumens um den Faktor 1,3

Aufteilung des Aufenthaltsraums in mehrere Räume

Berührungslose Bedienung der Lichtschalter

Berührungslose Bedienung der Türen

E7. Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Einbringen von Vorhängen, mobilen Trennwänden oder Paravents" das Risiko einer SARS-CoV-2-Übertragung während der Erholungszeit für Beschäftigte auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

E8. Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Erhöhung der Luftwechselrate um den Faktor 1,5" das Risiko einer SARS-CoV-2-Übertragung während der Erholungszeit für Beschäftigte auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

E9. Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Vergrößerung des Raum-Volumens um den Faktor 1,3" das Risiko einer SARS-CoV-2-Übertragung während der Erholungszeit für Beschäftigte auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

E10. Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Aufteilung des Aufenthaltsraums in mehrere Räume" das Risiko einer SARS-CoV-2-Übertragung während der Erholungszeit für Beschäftigte auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

E11. Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Berührungslose Bedienung der Lichtschalter" das Risiko einer SARS-CoV-2-Übertragung während der Erholungszeit für Beschäftigte auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

E12. Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Berührungslose Bedienung der Türen" das Risiko einer SARS-CoV-2-Übertragung während der Erholungszeit für Beschäftigte auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

E13. Möchten Sie etwas zu diesem Bereich des Fragebogens anmerken? Dann nutzen Sie bitte das untenstehende Freitextfeld:

Teil F: Transmissions-Risiko von SARS-CoV-2 während einer Reanimation im Schockraum auf Notaufnahmen

F1. Wie hoch schätzen Sie das Transmissions-Risiko während einer Reanimation im Schockraum (wenn ein Ausschnitt von 20 Minuten betrachtet wird)? (Bitte wählen Sie die Kategorie mit dem zutreffenden Intervall, in welches das Risiko fällt!)

- kein Risiko (0 Prozent)
- zwischen 0 und 0.01 Prozent
- zwischen 0.01 und 0.1 Prozent
- zwischen 0.1 und 1 Prozent
- zwischen 1 und 10 Prozent
- mehr als 10 Prozent

F2.

Reanimation im Schockraum: Wie hoch ist das Risiko genau?

(Angabe bitte in Prozent!)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

F3.

Reanimation im Schockraum: Wie hoch ist das Risiko genau?

(Angabe bitte in Prozent!)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

F4.

Reanimation im Schockraum: Wie hoch ist das Risiko genau? (Angabe bitte in Prozent!)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

F5.

Reanimation im Schockraum: Wie hoch ist das Risiko genau? (Angabe bitte in Prozent!)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

F6.

In welchen der folgenden Interventionen während einer Reanimation im Schockraum auf der Notaufnahme sehen Sie das größte Potential einer Reduktion der Transmissions-Wahrscheinlichkeit von SARS-CoV-2?

Die folgenden Interventionen stehen zur Auswahl:

Erhöhung der Luftwechselrate um den Faktor 1,5: Erhöhung der Frequenz, mit der der Raum des Prozesses mit frischer (erregerfreier) Luft versorgt wird Vergrößerung des Raum-Volumens um den Faktor 1,3: Volumen des Prozess-Raumes wird vergrößert

Erhöhung der Luftwechselrate um den Faktor 1,5

Vergrößerung des Raum-Volumens um den Faktor 1,3

F7.

Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Verbesserung der Luftwechselrate" das Risiko einer SARS-CoV-2-Übertragung während einer Reanimation im Schockraum auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

F8. Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Vergrößerung des Raum-Volumens" das Risiko einer SARS-CoV-2-Übertragung während einer Reanimation im Schockraum auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

F9. Möchten Sie etwas zu diesem Bereich des Fragebogens anmerken? Dann nutzen Sie bitte das untenstehende Freitextfeld:

Teil G: Für *Pseudomonas aeruginosa*-Übertragung relevante Prozesse auf Notaufnahmen

G1.

Bei welchen der folgenden Prozesse auf der Notaufnahme sehen Sie ein Risiko, dass eine Übertragung von *Pseudomonas aeruginosa* stattfindet? Bitte bewerten Sie das Risiko, das nach einer Zeitspanne von 20 Minuten bestehen sollte, unabhängig davon, ob der jeweilige Prozess realistischerweise kürzer oder länger andauert als 20 Minuten und unabhängig davon, ob die infizierten/kolonisierten oder nicht-infizierten/nicht-kolonisierten Personen Patient*innen oder Beschäftigte sind.

Bitte wählen Sie alle zutreffenden Prozesse aus und sortieren Sie sie absteigend vom höchsten zum geringsten Risiko!

Anmelde/Triage-Prozedur

Patient*innen: Wartezeit

Behandlung

Beschäftigte: Erholungszeit

Reanimation im Schockraum

H5. Anmelde/Triage-Prozedur: Wie hoch ist das Risiko genau? (Angabe bitte in Prozent!)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

H6. In welchen der folgenden Interventionen während der Anmelde/Triage-Prozedur auf der Notaufnahme sehen Sie das größte Potential einer Reduktion der Transmissions-Wahrscheinlichkeit von *Pseudomonas aeruginosa*?

Die folgenden Interventionen stehen zur Auswahl:

Einbringen von Vorhängen, mobilen Trennwänden oder Paravents:
Durch (mobile) Trennelemente zwischen den Patienten wird der Raum, in dem der Prozess stattfindet, unterteilt
Erhöhung der Luftwechselrate um den Faktor 1,5: Erhöhung der Frequenz, mit der der Raum des Prozesses mit frischer (erregerfreier) Luft versorgt wird
Vergrößerung des Raum-Volumens um den Faktor 1,3: Volumen des Prozess-Raumes wird vergrößert
Aufteilung des Anmelde-/Triage-Bereichs in mehrere Räume: Der Bereich, an dem dieser Prozess stattfindet, wird dezentralisiert und von einem Raum auf zwei Räume aufgeteilt
Berührungslose Bedienung der Lichtschalter:
Konventionelle Lichtschalter (Bedienung durch Hand-/Ellenbogenkontakt) werden durch kontaktlos zu bedienende Lichtschalter ersetzt.
Berührungslose Bedienung der Türen:
Konventionelle Türen (Bedienung durch Hand-/Ellenbogenkontakt) werden durch elektrisch betriebene, kontaktlos öffnende Türsysteme mit kontaktlos zu bedienenden Sensoren ersetzt.

Einbringen von Vorhängen, mobilen Trennwänden oder Paravents

Erhöhung der Luftwechselrate um den Faktor 1,5

Vergrößerung des Raum-Volumens um den Faktor 1,3

Aufteilung des Anmelde-/Triage-Bereichs in mehrere Räume

Berührungslose Bedienung der Lichtschalter

Berührungslose Bedienung der Türen

H7. Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Einbringen von Vorhängen, mobilen Trennwänden oder Paravents" das Risiko einer *Pseudomonas aeruginosa*-Übertragung während der Anmelde/Triage-Prozedur auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

H8. Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Erhöhung der Luftwechselrate um den Faktor 1,5" das Risiko einer *Pseudomonas aeruginosa*-Übertragung während der Anmelde/Triage-Prozedur auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

H9. Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Vergrößerung des Raum-Volumens um den Faktor 1,3" das Risiko einer *Pseudomonas aeruginosa*-Übertragung während der Anmelde/Triage-Prozedur auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

H10. Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Aufteilung des Anmelde-/Triage-Bereichs in mehrere Räume" das Risiko einer *Pseudomonas aeruginosa*-Übertragung während der Anmelde/Triage-Prozedur auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

H11. Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Berührungslose Bedienung der Lichtschalter" das Risiko einer *Pseudomonas aeruginosa*-Übertragung während der Anmelde/Triage-Prozedur auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

H12. Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Berührungslose Bedienung der Türen" das Risiko einer *Pseudomonas aeruginosa*-Übertragung während der Anmelde/Triage-Prozedur auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

H13. Möchten Sie etwas zu diesem Bereich des Fragebogens anmerken? Dann nutzen Sie bitte das untenstehende Freitextfeld:

Teil I: Transmissionsrisiko von *Pseudomonas aeruginosa* während der Wartezeit für Patient*innen auf Notaufnahmen

II. Wie hoch schätzen Sie das Transmissions-Risiko während der Wartezeit für Patient*innen (wenn ein Ausschnitt von 20 Minuten betrachtet wird)?(Bitte wählen Sie die Kategorie mit dem zutreffenden Intervall, in welches das Risiko fällt!)

- kein Risiko (0 Prozent)
- zwischen 0 und 0.01 Prozent
- zwischen 0.01 und 0.1 Prozent
- zwischen 0.1 und 1 Prozent
- zwischen 1 und 10 Prozent
- mehr als 10 Prozent

I2.

Wartezeit für Patient*innen: Wie hoch ist das Risiko genau?

(Angabe bitte in Prozent!)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

I3.

Wartezeit für Patient*innen: Wie hoch ist das Risiko genau? (Angabe bitte in Prozent!)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

I4.

Wartezeit für Patient*innen: Wie hoch ist das Risiko genau?

(Angabe bitte in Prozent!)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

I5.

Wartezeit für Patient*innen: Wie hoch ist das Risiko genau? (Angabe bitte in Prozent!)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

I8. Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Erhöhung der Luftwechselrate um den Faktor 1,5" das Risiko einer *Pseudomonas aeruginosa*-Übertragung während der Wartezeit für Patient*innen auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

I9. Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Vergrößerung des Raum-Volumens um den Faktor 1,3" das Risiko einer *Pseudomonas aeruginosa*-Übertragung während der Wartezeit für Patient*innen auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

I10. Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Aufteilung eines Wartebereichs in mehrere Räume" das Risiko einer *Pseudomonas aeruginosa*-Übertragung während der Wartezeit für Patient*innen auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

I11. Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Berührungslose Bedienung der Lichtschalter" das Risiko einer *Pseudomonas aeruginosa*-Übertragung während der Wartezeit für Patient*innen auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

I12. Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Berührungslose Bedienung der Türen" das Risiko einer *Pseudomonas aeruginosa*-Übertragung während der Wartezeit für Patient*innen auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

I13. Möchten Sie etwas zu diesem Bereich des Fragebogens anmerken? Dann nutzen Sie bitte das untenstehende Freitextfeld:

Teil J: Transmissions-Risiko von *Pseudomonas aeruginosa* während der Behandlung auf Notaufnahmen

J1. Wie hoch schätzen Sie das Transmissions-Risiko während des Behandlungs-Prozesses (wenn ein Ausschnitt von 20 Minuten betrachtet wird)? (Bitte wählen Sie die Kategorie mit dem zutreffenden Intervall, in welches das Risiko fällt!)

kein Risiko (0 Prozent)

zwischen 0 und 0.01 Prozent

zwischen 0.01 und 0.1 Prozent

zwischen 0.1 und 1 Prozent

zwischen 1 und 10 Prozent

mehr als 10 Prozent

J2.

Behandlungs-Prozesses: Wie hoch ist das Risiko genau?

(Angabe bitte in Prozent!)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

J6. In welchen der folgenden Interventionen während der Behandlung auf der Notaufnahme sehen Sie das größte Potential einer Reduktion der Transmissions-Wahrscheinlichkeit von *Pseudomonas aeruginosa*?

Die folgenden Interventionen stehen zur Auswahl:

Einbringen von Vorhängen, mobilen Trennwänden oder Paravents: Durch (mobile) Trennelemente zwischen den Patienten wird der Raum, in dem der Prozess stattfindet, unterteilt Erhöhung der Luftwechselrate um den Faktor 1,5: Erhöhung der Frequenz, mit der der Raum des Prozesses mit frischer (erregerfreier) Luft versorgt wird Vergrößerung des Raum-Volumens um den Faktor 1,3: Volumen des Prozess-Raumes wird vergrößert Separieren der Behandlungsplätze: Der Bereich wird von Mehrbettbelegung zu Einbettbelegung aufgeteilt Berührungslose Bedienung der Lichtschalter: Konventionelle Lichtschalter (Bedienung durch Hand-/Ellenbogenkontakt) werden durch kontaktlos zu bedienende Lichtschalter ersetzt. Berührungslose Bedienung der Türen: Konventionelle Türen (Bedienung durch Hand-/Ellenbogenkontakt) werden durch elektrisch betriebene, kontaktlos öffnende Türsysteme mit kontaktlos zu bedienenden Sensoren ersetzt.

Einbringen von Vorhängen, mobilen Trennwänden oder Paravents

Erhöhung der Luftwechselrate um den Faktor 1,5

Vergrößerung des Raum-Volumens um den Faktor 1,3

Separieren der Behandlungsplätze

Berührungslose Bedienung der Lichtschalter

Berührungslose Bedienung der Türen

J7. Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Einbringen von Vorhängen, mobilen Trennwänden oder Paravents" das Risiko einer *Pseudomonas aeruginosa*-Übertragung während der Behandlung auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

J8. Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Erhöhung der Luftwechselrate um den Faktor 1,5" das Risiko einer *Pseudomonas aeruginosa*-Übertragung während der Behandlung auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

J9. Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Vergrößerung des Raum-Volumens um den Faktor 1,3" das Risiko einer *Pseudomonas aeruginosa*-Übertragung während der Behandlung auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

J10. Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Separieren der Behandlungsplätze" das Risiko einer *Pseudomonas aeruginosa*-Übertragung während der Behandlung auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

J11. Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Berührungslose Bedienung der Lichtschalter" das Risiko einer *Pseudomonas aeruginosa*-Übertragung während der Behandlung auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

J12. Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Berührungslose Bedienung der Türen" das Risiko einer *Pseudomonas aeruginosa*-Übertragung während der Behandlung auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

J13. Möchten Sie etwas zu diesem Bereich des Fragebogens anmerken? Dann nutzen Sie bitte das untenstehende Freitextfeld:

Teil K: Transmission-Risiko von *Pseudomonas aeruginosa* während der Erholungszeit für Beschäftigte auf Notaufnahmen

K1. Wie hoch schätzen Sie das Transmission-Risiko während der Erholungszeit für Beschäftigte (wenn ein Ausschnitt von 20 Minuten betrachtet wird)? (Bitte wählen Sie die Kategorie mit dem zutreffenden Intervall, in welches das Risiko fällt!)

- kein Risiko (0 Prozent)
- zwischen 0 und 0.01 Prozent
- zwischen 0.01 und 0.1 Prozent
- zwischen 0.1 und 1 Prozent
- zwischen 1 und 10 Prozent
- mehr als 10 Prozent

K2.

Erholungszeit für Beschäftigte: Wie hoch ist das Risiko genau?

(Angabe bitte in Prozent!)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

K3.

Erholungszeit für Beschäftigte: Wie hoch ist das Risiko genau?

(Angabe bitte in Prozent!)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

K4.

Erholungszeit für Beschäftigte: Wie hoch ist das Risiko genau? (Angabe bitte in Prozent!)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

K5.

Erholungszeit für Beschäftigte: Wie hoch ist das Risiko genau? (Angabe bitte in Prozent!)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

K8. Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Erhöhung der Luftwechselrate um den Faktor 1,5" das Risiko einer *Pseudomonas aeruginosa*-Übertragung während der Erholungszeit für Beschäftigte auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

K9. Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Vergrößerung des Raum-Volumens um den Faktor 1,3" das Risiko einer *Pseudomonas aeruginosa*-Übertragung während der Erholungszeit für Beschäftigte auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

K10. Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Aufteilung des Aufenthaltsraums in mehrere Räume" das Risiko einer *Pseudomonas aeruginosa*-Übertragung während der Erholungszeit für Beschäftigte auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

K11. Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Berührungslose Bedienung der Lichtschalter" das Risiko einer *Pseudomonas aeruginosa*-Übertragung während der Erholungszeit für Beschäftigte auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

K12. Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Berührungslose Bedienung der Türen" das Risiko einer *Pseudomonas aeruginosa*-Übertragung während der Erholungszeit für Beschäftigte auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

K13. Möchten Sie etwas zu diesem Bereich des Fragebogens anmerken? Dann nutzen Sie bitte das untenstehende Freitextfeld:

Teil L: Transmission-Risiko von *Pseudomonas aeruginosa* während einer Reanimation im Schockraum auf Notaufnahmen

L1. Wie hoch schätzen Sie das Transmission-Risiko während einer Reanimation im Schockraum (wenn ein Ausschnitt von 20 Minuten betrachtet wird)? (Bitte wählen Sie die Kategorie mit dem zutreffenden Intervall, in welches das Risiko fällt!)

kein Risiko (0 Prozent)

zwischen 0 und 0.01 Prozent

zwischen 0.01 und 0.1 Prozent

zwischen 0.1 und 1 Prozent

zwischen 1 und 10 Prozent

mehr als 10 Prozent

L2.

Reanimation im Schockraum: Wie hoch ist das Risiko genau?

(Angabe bitte in Prozent!)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

L3.

Reanimation im Schockraum: Wie hoch ist das Risiko genau?

(Angabe bitte in Prozent!)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

L4.

Reanimation im Schockraum: Wie hoch ist das Risiko genau (Angabe bitte in Prozent!)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

L5.

Reanimation im Schockraum: Wie hoch ist das Risiko genau (Angabe bitte in Prozent!)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

L6.

In welchen der folgenden Interventionen während einer Reanimation im Schockraum auf der Notaufnahme sehen Sie das größte Potential einer Reduktion der Transmissions-Wahrscheinlichkeit von *Pseudomonas aeruginosa*?

Die folgenden Interventionen stehen zur Auswahl:

Erhöhung der Luftwechselrate um den Faktor 1,5: Erhöhung der Frequenz, mit der der Raum des Prozesses mit frischer (erregerefreier) Luft versorgt wird Vergrößerung des Raum-Volumens um den Faktor 1,3: Volumen des Prozess-Raumes wird vergrößert

Erhöhung der Luftwechselrate um den Faktor 1,5

Vergrößerung des Raum-Volumens um den Faktor 1,3

L7.

Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Verbesserung der Luftwechselrate" das Risiko einer *Pseudomonas aeruginosa*-Übertragung während einer Reanimation im Schockraum auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

L8. Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Vergrößerung des Raum-Volumens" das Risiko einer *Pseudomonas aeruginosa*-Übertragung während einer Reanimation im Schockraum auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

L9. Möchten Sie etwas zu diesem Bereich des Fragebogens anmerken? Dann nutzen Sie bitte das untenstehende Freitextfeld:

Teil M: Für Enterokokken-Übertragung relevante Prozesse auf Notaufnahmen

M1.

Bei welchen der folgenden Prozesse auf der Notaufnahme sehen Sie ein Risiko, dass eine Übertragung von Enterokokken stattfindet? Bitte bewerten Sie das Risiko, das nach einer Zeitspanne von 20 Minuten bestehen sollte, unabhängig davon, ob der jeweilige Prozess realistischerweise kürzer oder länger andauert als 20 Minuten und unabhängig davon, ob die infizierten/kolonisierten oder nicht-infizierten/nicht-kolonisierten Personen Patient*innen oder Beschäftigte sind.

Bitte wählen Sie alle zutreffenden Prozesse aus und sortieren Sie sie absteigend vom höchsten zum geringsten Risiko!

Anmelde/Triage-Prozedur

Patient*innen: Wartezeit

Behandlung

Beschäftigte: Erholungszeit

Reanimation im Schockraum

N5. Anmelde/Triage-Prozedur: Wie hoch ist das Risiko genau? (Angabe bitte in Prozent!)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

N6. In welchen der folgenden Interventionen während der Anmelde/Triage-Prozedur auf der Notaufnahme sehen Sie das größte Potential einer Reduktion der Transmissions-Wahrscheinlichkeit von Enterokokken?

Die folgenden Interventionen stehen zur Auswahl:

Einbringen von Vorhängen, mobilen Trennwänden oder Paravents:
Durch (mobile) Trennelemente zwischen den Patienten wird der Raum, in dem der Prozess stattfindet, unterteilt
Erhöhung der Luftwechselrate um den Faktor 1,5: Erhöhung der Frequenz, mit der der Raum des Prozesses mit frischer (erregerfreier) Luft versorgt wird
Vergrößerung des Raum-Volumens um den Faktor 1,3: Volumen des Prozess-Raumes wird vergrößert
Aufteilung des Anmelde-/Triage-Bereichs in mehrere Räume: Der Bereich, an dem dieser Prozess stattfindet, wird dezentralisiert und von einem Raum auf zwei Räume aufgeteilt
Berührungslose Bedienung der Lichtschalter:
Konventionelle Lichtschalter (Bedienung durch Hand-/Ellenbogenkontakt) werden durch kontaktlos zu bedienende Lichtschalter ersetzt.
Berührungslose Bedienung der Türen:
Konventionelle Türen (Bedienung durch Hand-/Ellenbogenkontakt) werden durch elektrisch betriebene, kontaktlos öffnende Türsysteme mit kontaktlos zu bedienenden Sensoren ersetzt.

Einbringen von Vorhängen, mobilen Trennwänden oder Paravents

Erhöhung der Luftwechselrate um den Faktor 1,5

Vergrößerung des Raum-Volumens um den Faktor 1,3

Aufteilung des Anmelde-/Triage-Bereichs in mehrere Räume

Berührungslose Bedienung der Lichtschalter

Berührungslose Bedienung der Türen

N7. Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Einbringen von Vorhängen, mobilen Trennwänden oder Paravents" das Risiko einer Enterokokken-Übertragung während der Anmelde/Triage-Prozedur auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

N8. Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Erhöhung der Luftwechselrate um den Faktor 1,5" das Risiko einer Enterokokken-Übertragung während der Anmelde/Triage-Prozedur auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

N9. Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Vergrößerung des Raum-Volumens um den Faktor 1,3" das Risiko einer Enterokokken-Übertragung während der Anmelde/Triage-Prozedur auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

N10. Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Aufteilung des Anmelde-/Triage-Bereichs in mehrere Räume" das Risiko einer Enterokokken-Übertragung während der Anmelde/Triage-Prozedur auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

N11. Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Berührungslose Bedienung der Lichtschalter" das Risiko einer Enterokokken-Übertragung während der Anmelde/Triage-Prozedur auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

N12. Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Berührungslose Bedienung der Türen" das Risiko einer Enterokokken-Übertragung während der Anmelde/Triage-Prozedur auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

N13. Möchten Sie etwas zu diesem Bereich des Fragebogens anmerken? Dann nutzen Sie bitte das untenstehende Freitextfeld:

Teil O: Transmissions-Risiko von Enterokokken während der Wartezeit für Patient*innen auf Notaufnahmen

O1. Wie hoch schätzen Sie das Transmissions-Risiko während der Wartezeit für Patient*innen (wenn ein Ausschnitt von 20 Minuten betrachtet wird)?(Bitte wählen Sie die Kategorie mit dem zutreffenden Intervall, in welches das Risiko fällt!)

- kein Risiko (0 Prozent)
- zwischen 0 und 0.01 Prozent
- zwischen 0.01 und 0.1 Prozent
- zwischen 0.1 und 1 Prozent
- zwischen 1 und 10 Prozent
- mehr als 10 Prozent

O2.

Wartezeit für Patient*innen: Wie hoch ist das Risiko genau?

(Angabe bitte in Prozent!)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

O3. Wartezeit für Patient*innen: Wie hoch ist das Risiko genau? (Angabe bitte in Prozent!)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

O4.

Wartezeit für Patient*innen: Wie hoch ist das Risiko genau?

(Angabe bitte in Prozent!)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

O5. Wartezeit für Patient*innen: Wie hoch ist das Risiko genau? (Angabe bitte in Prozent!)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

O8. Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Erhöhung der Luftwechselrate um den Faktor 1,5" das Risiko einer Enterokokken-Übertragung während der Wartezeit für Patient*innen auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

O9. Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Vergrößerung des Raum-Volumens um den Faktor 1,3" das Risiko einer Enterokokken-Übertragung während der Wartezeit für Patient*innen auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

O10. Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Aufteilung eines Wartebereichs in mehrere Räume" das Risiko einer Enterokokken-Übertragung während der Wartezeit für Patient*innen auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

O11. Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Berührungslose Bedienung der Lichtschalter" das Risiko einer Enterokokken-Übertragung während der Wartezeit für Patient*innen auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

O12. Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Berührungslose Bedienung der Türen" das Risiko einer Enterokokken-Übertragung während der Wartezeit für Patient*innen auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

O13. Möchten Sie etwas zu diesem Bereich des Fragebogens anmerken? Dann nutzen Sie bitte das untenstehende Freitextfeld:

Teil P: Transmissions-Risiko von Enterokokken während der Behandlung auf Notaufnahmen

P1. Wie hoch schätzen Sie das Transmissions-Risiko während des Behandlungs-Prozesses (wenn ein Ausschnitt von 20 Minuten betrachtet wird)? (Bitte wählen Sie die Kategorie mit dem zutreffenden Intervall, in welches das Risiko fällt!)

kein Risiko (0 Prozent)

zwischen 0 und 0.01 Prozent

zwischen 0.01 und 0.1 Prozent

zwischen 0.1 und 1 Prozent

zwischen 1 und 10 Prozent

mehr als 10 Prozent

P2.

Behandlungs-Prozesses: Wie hoch ist das Risiko genau?

(Angabe bitte in Prozent!)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

P3.

Behandlungs-Prozesses: Wie hoch ist das Risiko genau?

(Angabe bitte in Prozent!)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

P4. Behandlungs-Prozesses: Wie hoch ist das Risiko genau? (Angabe bitte in Prozent!)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

P5. Behandlungs-Prozesses: Wie hoch ist das Risiko genau? (Angabe bitte in Prozent!)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

P6. In welchen der folgenden Interventionen während der Behandlung auf der Notaufnahme sehen Sie das größte Potential einer Reduktion der Transmissions-Wahrscheinlichkeit von Enterokokken?

Die folgenden Interventionen stehen zur Auswahl:

Einbringen von Vorhängen, mobilen Trennwänden oder Paravents:
Durch (mobile) Trennelemente zwischen den Patienten wird der Raum, in dem der Prozess stattfindet, unterteilt
Erhöhung der Luftwechselrate um den Faktor 1,5: Erhöhung der Frequenz, mit der der Raum des Prozesses mit frischer (erregerfreier) Luft versorgt wird
Vergrößerung des Raum-Volumens um den Faktor 1,3: Volumen des Prozess-Raumes wird vergrößert
Separieren der Behandlungsplätze: Der Bereich wird von Mehrbettbelegung zu Einbettbelegung aufgeteilt
Berührungslose Bedienung der Lichtschalter: Konventionelle Lichtschalter (Bedienung durch Hand-/Ellenbogenkontakt) werden durch kontaktlos zu bedienende Lichtschalter ersetzt.
Berührungslose Bedienung der Türen: Konventionelle Türen (Bedienung durch Hand-/Ellenbogenkontakt) werden durch elektrisch betriebene, kontaktlos öffnende Türsysteme mit kontaktlos zu bedienenden Sensoren ersetzt.

Einbringen von Vorhängen, mobilen Trennwänden oder Paravents

Erhöhung der Luftwechselrate um den Faktor 1,5

Vergrößerung des Raum-Volumens um den Faktor 1,3

Separieren der Behandlungsplätze

Berührungslose Bedienung der Lichtschalter

Berührungslose Bedienung der Türen

P7. Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Einbringen von Vorhängen, mobilen Trennwänden oder Paravents" das Risiko einer Enterokokken-Übertragung während der Behandlung auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Q8. Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Erhöhung der Luftwechselrate um den Faktor 1,5" das Risiko einer Enterokokken-Übertragung während der Erholungszeit für Beschäftigte auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Q9. Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Vergrößerung des Raum-Volumens um den Faktor 1,3" das Risiko einer Enterokokken-Übertragung während der Erholungszeit für Beschäftigte auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Q10. Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Aufteilung des Aufenthaltsraums in mehrere Räume" das Risiko einer Enterokokken-Übertragung während der Erholungszeit für Beschäftigte auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Q11. Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Berührungslose Bedienung der Lichtschalter" das Risiko einer Enterokokken-Übertragung während der Erholungszeit für Beschäftigte auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

R3.

Reanimation im Schockraum: Wie hoch ist das Risiko genau?

(Angabe bitte in Prozent!)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

R4.

Reanimation im Schockraum: Wie hoch ist das Risiko genau? (Angabe bitte in Prozent!)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

R5.

Reanimation im Schockraum: Wie hoch ist das Risiko genau? (Angabe bitte in Prozent!)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

R6.

In welchen der folgenden Interventionen während einer Reanimation im Schockraum auf der Notaufnahme sehen Sie das größte Potential einer Reduktion der Transmissions-Wahrscheinlichkeit von Enterokokken?

Die folgenden Interventionen stehen zur Auswahl:

Erhöhung der Luftwechselrate um den Faktor 1,5: Erhöhung der Frequenz, mit der der Raum des Prozesses mit frischer (erregerfreier) Luft versorgt wird Vergrößerung des Raum-Volumens um den Faktor 1,3: Volumen des Prozess-Raumes wird vergrößert

Erhöhung der Luftwechselrate um den Faktor 1,5

Vergrößerung des Raum-Volumens um den Faktor 1,3

R7.

Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Verbesserung der Luftwechselrate" das Risiko einer Enterokokken-Übertragung während einer Reanimation im Schockraum auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

R8. Um wieviel Prozent reduziert die Intervention "Vergrößerung des Raum-Volumens" das Risiko einer Enterokokken-Übertragung während einer Reanimation im Schockraum auf Notaufnahmen?

"100%" entspricht hierbei eine vollständige Abwesenheit des Risikos, wogegen "0%" ein unverändertes Risiko (und damit eine wirkungslose Intervention) darstellt.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

R9. Möchten Sie etwas zu diesem Bereich des Fragebogens anmerken? Dann nutzen Sie bitte das untenstehende Freitextfeld:

Teil S: Abschließende Anmerkungen

S1. Gibt es noch weitere Anmerkungen, die Sie uns im Zuge dieser Befragung gerne mitgeben möchten? Dann nutzen Sie bitte das untenstehende Eingabefeld!

Vielen herzlichen Dank für Ihre Teilnahme und Mithilfe an dieser Befragung!

InnoBRI/Opti-ITS: Durchführungsplan der Experteninterviews zu Transmissionsrisiken in Notaufnahmen

Anspruch: Zulieferung der projektinternen Modellierung von Erreger-Transmissionen innerhalb *bestimmter Prozesse innerhalb bestimmter Räume* in Notaufnahmen unter dem Eindruck *bestimmter baulich-funktionaler Interventionen*

Zielpopulation: Fachärzt*innen für Hygiene und Umweltmedizin, Anästhesiologie, Intensivmedizin

Angesetzte Interview-Zeit: 60 Minuten

Einleitung

→ Empfang der/des Rezipienten, Beginn der Aufnahme, falls nicht widersprochen

→ Grundlegende Projekt-Informationen und Einführung in die Befragung:

- Gesucht sind **Transmissions-Wahrscheinlichkeiten** der Erreger *P. aeruginosa* und Enterokokken, sowie Angaben zu Nahfeld-Kontaktdauer, Atmungs-Aktivitäten (normales Atmen, Sprechen, Husten) und Masken-Verhalten (SARS-CoV-2).
- **SARS-COV-2:** Nahfeld-Kontakte sind alle Kontakte zwischen zwei Personen mit einem Abstand von weniger als 1,5 Metern.
- ***P. aeruginosa* und Enterokokken:** Im Fall der Transmissions-Wahrscheinlichkeiten ist der Transmissionsweg mit Ursprung und Ziel jeweils beschrieben. Es wird prinzipiell davon ausgegangen, dass Schutzkleidung durch alle anwesenden Personen nach Vorschrift verwendet wird.

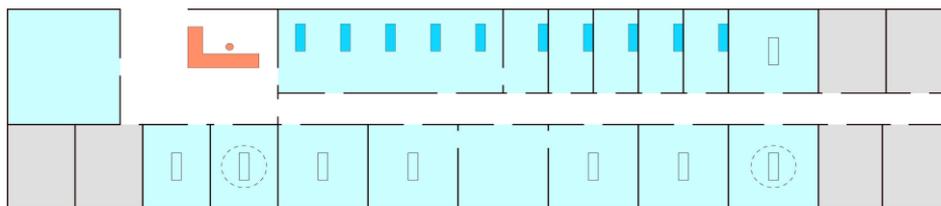
→ Erklärung der **Personengruppen** "at risk":

- Patient*innen
- Beschäftigte (Pfleger)
- Beschäftigte (Ärztenschaft)
- Besucher*innen, nachfolgend

Durchführung (1): SARS-CoV-2 – Base Case

→ **Outcome:** Nahfeld-Kontaktdauer, Atmungs-Aktivitäten, Masken-Verhalten

→ **Bewertung der interventionsfreien Szenarien in Notaufnahmen ("Base Case"):**



Erklärung des Piktogramms: Holding-/Wartebereich von Patient*innen mit nicht-akutem Anliegen (oben links, Quadrat), Behandlungszimmer (obere Reihe, Zimmer mit dunkelblauen Rechtecken), Pflegestützpunkt (hier orangefarben), Schockraum (einer der Räume der unteren Reihe)

→ (1.1) Bitte bewerten Sie innerhalb der aufgeführten Prozesse für die aufgeführten Personen die nachfolgenden Parameter: Personen-Anzahl, Anteil Sprechen/Husten/Atmen, Tragen von Schutzmasken (FFP2, OP-Maske, keine). Wie lauten diese Parameter:

- während der **Anmeldung/Triage**
 - für eine/n Beschäftigte/n der Pflege?
 - für eine/n Patient*in?
- während der **Behandlung**
 - für eine/n Patient*in?
 - für eine/n Beschäftigte/n?
- im **Holding-/Wartebereich**
 - für eine/n Patient*in?

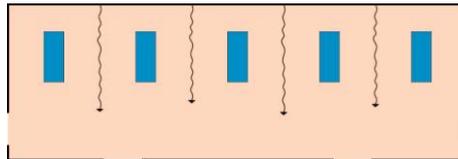
- **im Pflegestützpunkt, Beschäftigten-Aufenthaltsraum oder Besprechungsraum**
 - von einer/m Beschäftigten auf eine/n andere/n Beschäftigte/n?
 - von einer/m Beschäftigten auf die Umgebung?
 - von der Umgebung auf eine/n Beschäftigten?
- **im Schockraum**
 - von einer/m Patient*in auf eine/n Beschäftigte/n?
 - von einer/m Beschäftigten auf eine/n Patient*in?
 - von einer/m Beschäftigten auf eine/n andere/n Beschäftigte/n?
 - von einer/m Patient*in auf die Umgebung?
 - von der Umgebung auf eine/n Patient*in?
 - von einer/m Beschäftigten auf die Umgebung?
 - von der Umgebung auf eine/n Beschäftigten?

Durchführung (3): Interventionen

→ **Outcome:** Reduktion des Transmissions-Risikos in Prozent

→ **Bewertung der Interventionen:**

→ **(3.1) Bitte bewerten Sie die nachfolgenden Interventionen nach ihrer Wirksamkeit auf einer Skala von 0 bis 100, wobei "0" ein unverändertes Transmissions-Risiko bedeutet (keine Auswirkung der Intervention gegenüber dem interventionsfreien Szenario) und "100" eine Abwesenheit des Risikos (Intervention zu 100% wirksam) bedeutet. Das Vorgehen wird identisch für alle drei Erreger wiederholt.**



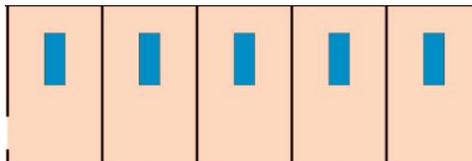
→ **(3.1.1) Separation durch Vorhänge, Trennwände, Paravents**

Beschreibung: Zwischen den Untersuchungs- und Behandlungsplätzen der nicht-dringenden Fälle (Emergency severity index, ESI 3-5) werden Vorhänge, Trennwände und/oder Paravents angebracht.

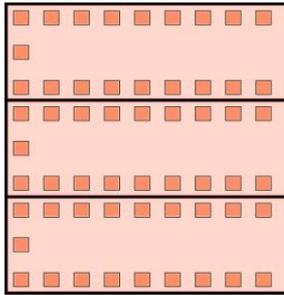
→ **Bitte bewerten Sie das Transmissions-Risiko auf eine der nachfolgenden Personen innerhalb des jeweils beschriebenen Prozesses – welche Risiko-Reduktion besteht durch diese Intervention —**

- **während der Behandlung**
 - von einer/m Patient*in auf eine/n Beschäftigte/n?
 - von einer/m Beschäftigten auf eine/n Patient*in?
 - von einer/m Beschäftigten auf eine/n andere/n Beschäftigte/n?
 - von einer/m Patient*in auf die Umgebung?
 - von der Umgebung auf eine/n Patient*in?
 - von einer/m Beschäftigten auf die Umgebung?
 - von der Umgebung auf eine/n Beschäftigten?

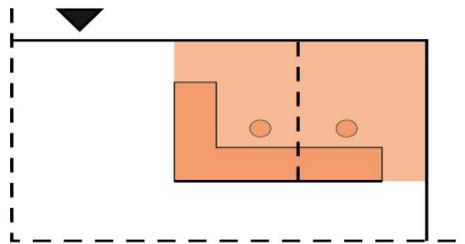
→ **(3.1.2) Separation durch feste Wände**



Beschreibung: Die zuvor in einem Mehrbehandlungsbereich liegenden Patienten werden in Einzelbehandlungsräume untergebracht.



Beschreibung: Der Wartebereich wird dezentralisiert und von einem Raum auf drei Räume aufgeteilt.

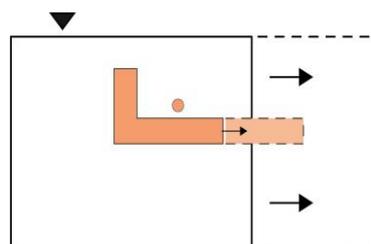


Beschreibung: Der Pflegestützpunkt wird dezentralisiert und von einem Raum auf zwei Räume aufgeteilt.

→ **Bitte bewerten Sie das Transmissions-Risiko** auf eine der nachfolgenden Personen innerhalb des jeweils beschriebenen Prozesses – welche Risiko-Reduktion besteht durch diese **Intervention** —

- **während der Behandlung?**
 - von einer/m Patient*in auf eine/n Beschäftigte/n?
 - von einer/m Beschäftigten auf eine/n Patient*in?
 - von einer/m Beschäftigten auf eine/n andere/n Beschäftigte/n?
 - von einer/m Patient*in auf die Umgebung?
 - von der Umgebung auf eine/n Patient*in?
 - von einer/m Beschäftigten auf die Umgebung?
 - von der Umgebung auf eine/n Beschäftigten?
- **im Holding-/ (Warte)bereich?**
 - von einer/m Patient*in auf eine/n Patient*in?
 - von einer/m Patient*in auf die Umgebung?
 - von der Umgebung auf eine/n Patient*in?
- **im Pflegestützpunkt, Beschäftigten-Aufenthaltsraum oder Besprechungsraum**
 - von einer/m Beschäftigten auf eine/n andere/n Beschäftigte/n?
 - von einer/m Beschäftigten auf die Umgebung?
 - von der Umgebung auf eine/n Beschäftigten?

(3.1.3) Flächenvergrößerung (Faktor 1,3)



Beschreibung: Die Fläche/das Raumvolumen und die Luftwechselrate des Pflegestützpunktes werden vergrößert.

→ **Bitte bewerten Sie das Transmissions-Risiko** auf eine der nachfolgenden Personen innerhalb des jeweils beschriebenen Prozesses – welche Risiko-Reduktion besteht durch diese **Intervention** —

- **im Pflegestützpunkt, Beschäftigten-Aufenthaltsraum oder Besprechungsraum**
 - von einer/m Beschäftigten auf eine/n andere/n Beschäftigte/n?
 - von einer/m Beschäftigten auf die Umgebung?
 - von der Umgebung auf eine/n Beschäftigten?

(3.1.4) Erhöhung der Luftwechselrate um den Faktor 1,5

Beschreibung: Die Luftwechselrate auf der gesamten Station wird um den Faktor 1,5 erhöht.

→ **Bitte bewerten Sie das Transmissions-Risiko** auf eine der nachfolgenden Personen innerhalb des jeweils beschriebenen Prozesses – welche Risiko-Reduktion besteht durch diese **Intervention** —

- **während der Anmeldung/Triage**
 - von einer/m Patient*in auf eine/n Beschäftigte/n der Pflege?
 - von einer/m Beschäftigten der Pflege auf eine/n Patient*in?
- **während der Behandlung**
 - von einer/m Patient*in auf eine/n Beschäftigte/n?
 - von einer/m Beschäftigten auf eine/n Patient*in?
 - von einer/m Beschäftigten auf eine/n andere/n Beschäftigte/n?
 - von einer/m Patient*in auf die Umgebung?
 - von der Umgebung auf eine/n Patient*in?
 - von einer/m Beschäftigten auf die Umgebung?
 - von der Umgebung auf eine/n Beschäftigten?
- **Holding-/(Warte)bereich**
 - von einer/m Patient*in auf eine/n Patient*in?
 - von einer/m Patient*in auf die Umgebung?
 - von der Umgebung auf eine/n Patient*in?
- **im Pflegestützpunkt, Beschäftigten-Aufenthaltsraum oder Besprechungsraum**
 - von einer/m Beschäftigten auf eine/n andere/n Beschäftigte/n?
 - von einer/m Beschäftigten auf die Umgebung?
 - von der Umgebung auf eine/n Beschäftigten?
- **im Schockraum**
 - von einer/m Patient*in auf eine/n Beschäftigte/n?
 - von einer/m Beschäftigten auf eine/n Patient*in?
 - von einer/m Beschäftigten auf eine/n andere/n Beschäftigte/n?
 - von einer/m Patient*in auf die Umgebung?
 - von der Umgebung auf eine/n Patient*in?
 - von einer/m Beschäftigten auf die Umgebung?
 - von der Umgebung auf eine/n Beschäftigten?

Abschluss

→ Abschluss des Gesprächs: Raum für Nachfragen und Anmerkungen

Leitfaden zu den Fokusgruppen zur baulichen Infektionsprävention

Die Fokusgruppen werden von einem Interviewer moderiert. Zusätzlich nehmen ca. 3-4 Expert*innen teil. Als Unterstützung dient eine Powerpoint-Präsentation.

Begrüßung

Interviewer begrüßt alle Teilnehmenden und bedankt sich für die Teilnahme.

Kurze Vorstellungsrunde

Interviewer moderiert eine kurze Vorstellungsrunde aller Teilnehmenden unter Nennung der Funktion und Arbeitserfahrung.

Vorstellung der Agenda

Interviewer stellt kurz die Agenda der Fokusgruppe vor.

1. Generelle Informationen
2. Vorstellung der Projekte
3. Zielsetzung der Fokusgruppen und Recap
4. Vorstellung der Methodik und Ergebnisse
5. Gruppendiskussion
6. Fazit

Generelle Informationen

Interviewer geht kurz auf den generellen Ablauf der Fokusgruppen ein.

1. Moderierte Fokusgruppe
2. Zwischenfragen immer erwünscht (Handheben)
3. Jede*r Interviewteilnehmende kommt zu Wort
4. Nicht unterbrechen, bei Input direkt zum Gesagten bitte Handheben

Datenschutz

Interviewer stellt das Datenschutzkonzept vor. Danach wird nach dem Einverständnis aller Teilnehmenden gefragt. Es wird noch einmal auf das Informationsblatt und die Einwilligungserklärung hingewiesen, welche die Teilnehmenden im Vorfeld erhalten und unterschrieben haben. Erst nachdem alle Teilnehmenden ihr weiteres Einverständnis signalisiert haben, beginnt die Aufnahme der Fokusgruppe.

- Vorgehen nach DSGVO
 - Ton- und Bildaufnahme der Fokusgruppe über Zoom
 - Anonymisierte Transkription und anschließende Löschung der Aufnahme
 - Aufbewahrung auf UMG-internen Server, Zugang nur durch Projektmitglieder
 - In die Veröffentlichung gehen nur einzelne, anonyme Zitate ein
 - Einwilligung ist freiwillig und kann widerrufen werden, Löschung der Daten kann bis zum Punkt der Anonymisierung beantragt werden

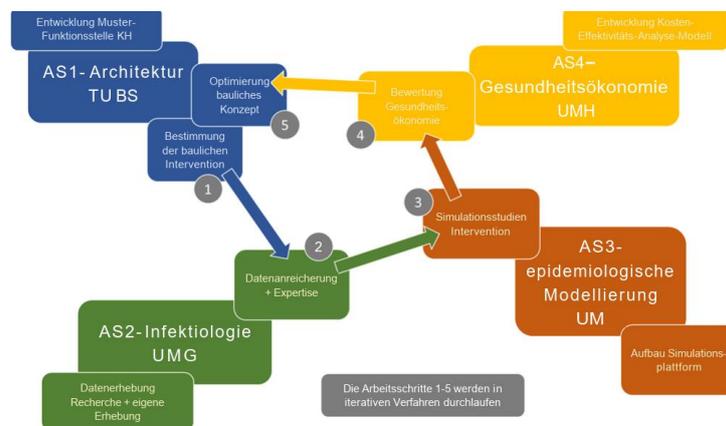
→ Erhalt des Informationsblattes und Einwilligungserklärung

Vorstellung der Projekte

Interviewer stellt die Ziele und Arbeitshypothese von InnoBri vor.

- Ziel: Entwicklung einer dynamischen Modellierungsplattform zur systematischen Evaluation von Simulationsstudien zur Effektivität von baulichen Maßnahmen in der Prävention nosokomialer Erregerübertragungen
 - ✓ In der Notaufnahme (InnoBRI)
- Primäre Arbeitshypothese: bauliche Maßnahmen reduzieren die Häufigkeit der Transmission nosokomialer Erreger, welche durch Kontakt oder aerogen (über Tröpfchen und/oder Aerosole auf kurze und lange Distanz) übertragen werden

Interviewer stellt die Struktur des Projektes anhand folgender Abbildung vor.



Zielsetzung der Fokusgruppen

Interviewer stellt die Zielsetzung der Fokusgruppen vor.

- Einschätzung über die Übertragbarkeit der errechneten Ergebnisse auf die Praxis
- Ergeben die Modelloutputs aus Sicht der Hygiene/Infektionsprävention (bzw. ZNA-Nutzenden) Sinn?
 - Fallen Ihnen „Co-Benefits“ und/oder Herausforderungen bei der Umsetzung der Interventionen ein?
 - Wie schätzen Sie die Effekte für die Infektionsprävention ein? Stimmen diese mit den modellierten Effekten überein?

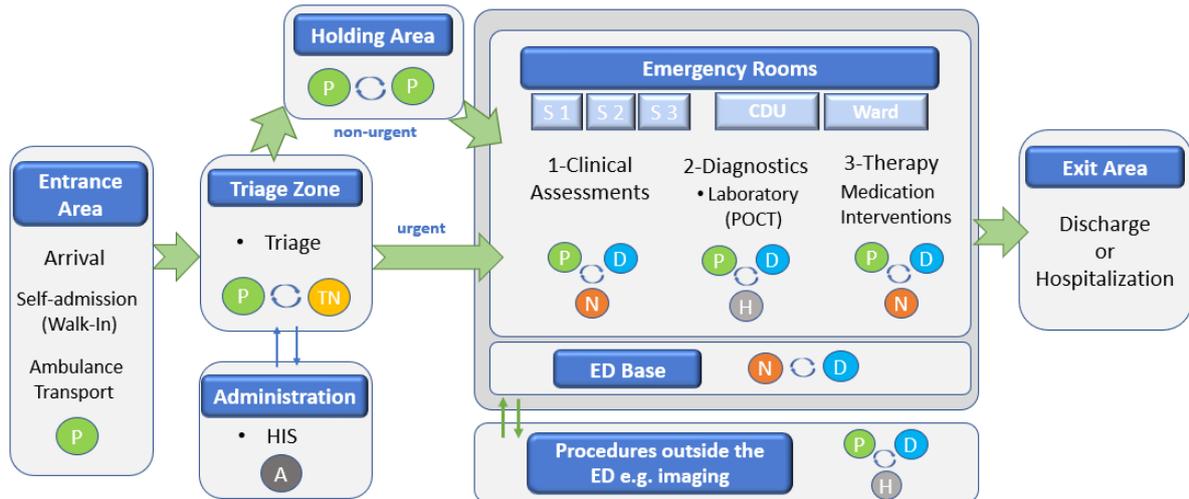
Vorstellung der Methodik und Ergebnisse

Interviewer stellt die Methodik der Modellierung vor und geht dabei auf folgende Punkte ein.

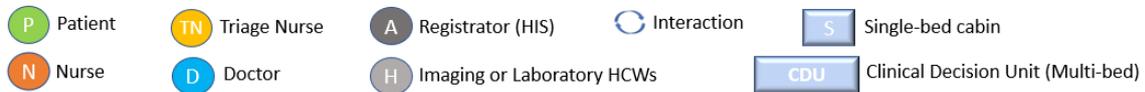
- Entwicklung einer vereinfachten agentenbasierten Modellierung für Evaluation infektions-präventiver Wirksamkeit und Effizienz der baulich-funktionalen Interventionen zum Schutz vor Übertragung von Krankheitserreger in einer typischen Notaufnahme
- SARS-CoV-2, *Enterococcus* spp. und *Pseudomonas aeruginosa* als Surrogate für drei Erreger-gruppen ausgewählt, die infektionsepidemiologisch relevante nosokomiale Krankheitserreger mit ähnlichem Transmissionsverhalten repräsentieren

- Definition von Schlüsselbereichen und Base-Case-Szenario,
- Patient*innenströmen (basierend auf Daten der UMG),
- Interaktionen zwischen Patient*innen und Mitarbeitenden (time manager),
- SARS-CoV-2-/*P. aeruginosa*-/*Enterococcus*-Transmissionsrisiken (Nah- und Fernfeldübertragung/ Oberflächenkontakte)

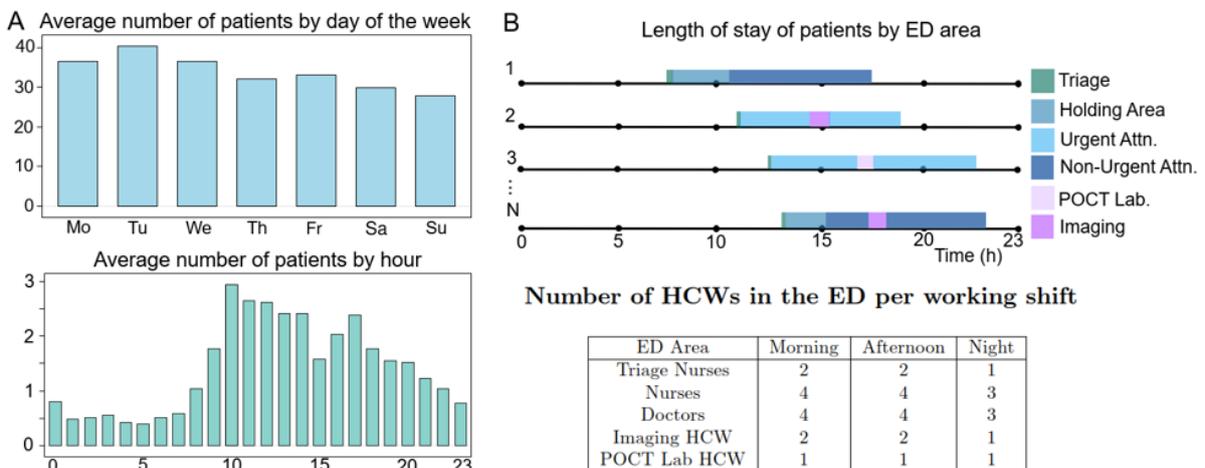
Anhand folgender Abbildung werden die Patient*innen und Mitarbeitendenströme vorgestellt.



ED model labels

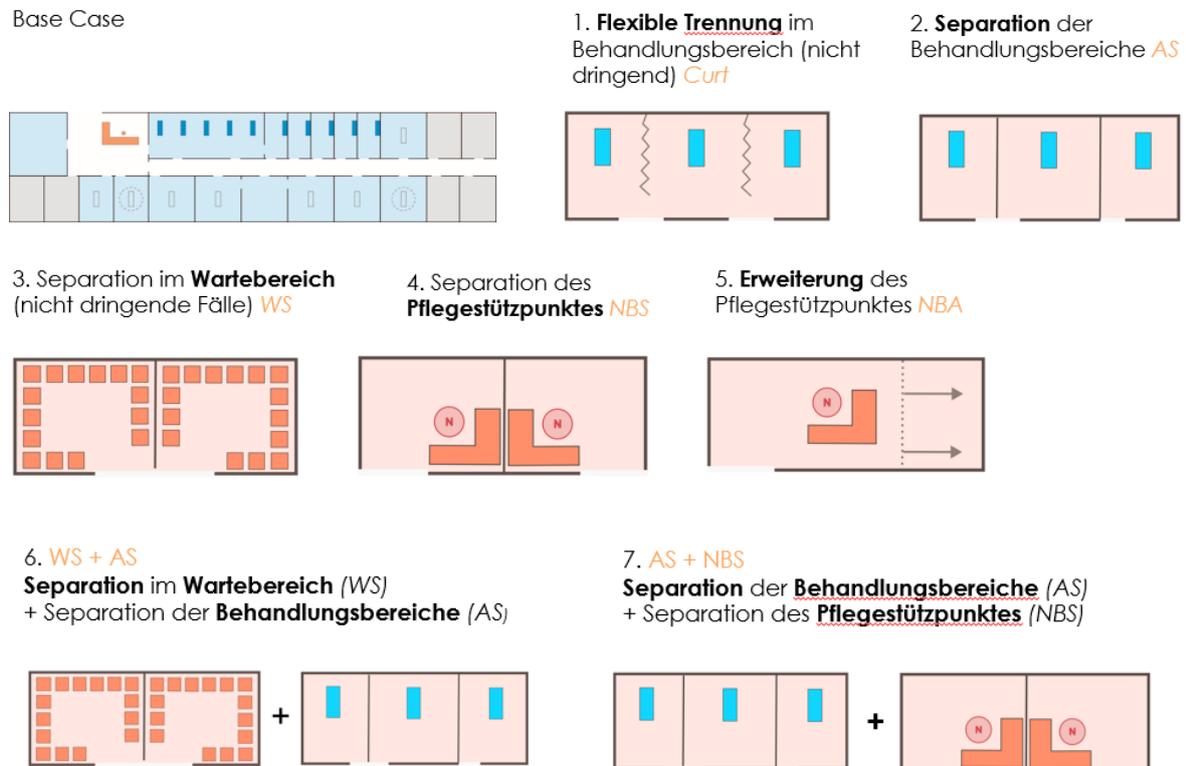


Darauf folgt eine Vorstellung der Annahmen für das Base Case Szenario.



Sowie der Interventionen.

Rückfragen von Teilnehmenden werden direkt beantwortet. Die Vorstellung der Methodik dient einer besseren Einschätzung der Ergebnisse.



Als nächstes werden die Ergebnisse der Modellierung für einen Erreger vorgestellt. Dazu wird zuerst auf die Aufnahmeprävalenz eingegangen, danach folgt eine Darstellung der Auswirkung der einzelnen Interventionen auf die epidemiologischen Endpunkte bei Patient*innen & Mitarbeitenden, bei Patient*innen (einzeln) und Mitarbeitenden (einzeln). Insbesondere wird auf die wirksamsten und am wenigsten wirksamen Interventionen eingegangen.

Der Interviewer stellt die Teilnehmenden folgende Fragen zu Ergebnissen. Dabei wird darauf geachtet, dass jede/r Teilnehmende einen Redebeitrag hat. Im besten Fall entsteht eine Diskussion zwischen den Teilnehmenden, die vom Interviewer moderiert wird.

- Fallen Ihnen „Co-Benefits“ und/oder Herausforderungen bei der Umsetzung der Interventionen ein?
- Wie schätzen Sie die Effekte für die Infektionsprävention ein? Stimmen diese mit den modellierten Effekten überein?

Fazit

Am Ende der Diskussion fasst der Interviewer noch einmal das Diskutierte zusammen und fragt die Teilnehmenden, ob sie noch etwas hinzufügen möchten. Der Interviewer bedankt sich noch einmal bei den Teilnehmenden für die Teilnahme.

Anlage 9: Parameter und -werte des gesundheitsökonomischen Modells

Parameter		Wert	Verteilung	Parameter der Verteilung		Kommentar/Quelle
Effektivität der baulichen Maßnahmen gegen SARS-CoV-2-Übertragung (IRR)						
Patient*innen	FP	0,50	lognormal	$\mu=-0,69$	$\sigma=0,03$	Epidemiologische Modellierung
	AS	0,65	lognormal	$\mu=-0,44$	$\sigma=0,03$	
	HS	0,89	lognormal	$\mu=-0,12$	$\sigma=0,03$	
	EBS	0,88	lognormal	$\mu=-0,13$	$\sigma=0,02$	
	EBE	0,86	lognormal	$\mu=-0,15$	$\sigma=0,02$	
	Vent	0,90	lognormal	$\mu=-0,11$	$\sigma=0,02$	
	HS+AS	0,67	lognormal	$\mu=-0,40$	$\sigma=0,02$	
	FP+Vent	0,64	lognormal	$\mu=-0,45$	$\sigma=0,04$	
	AS+Vent	0,41	lognormal	$\mu=-0,89$	$\sigma=0,04$	
	EBE+Vent	0,85	lognormal	$\mu=-0,17$	$\sigma=0,03$	
	AS+EBE+Vent	0,55	lognormal	$\mu=-0,60$	$\sigma=0,03$	
	AS+EBS	n/a				
Mitarbeiter*innen Krankenhaus	FP	0,50	lognormal	$\mu=-0,69$	$\sigma=0,03$	Epidemiologische Modellierung
	AS	0,81	lognormal	$\mu=-0,22$	$\sigma=0,02$	
	HS	0,95	lognormal	$\mu=-0,06$	$\sigma=0,01$	
	EBS	0,89	lognormal	$\mu=-0,12$	$\sigma=0,01$	
	EBE	0,78	lognormal	$\mu=-0,24$	$\sigma=0,01$	
	Vent	0,96	lognormal	$\mu=-0,04$	$\sigma=0,01$	
	HS+AS	0,83	lognormal	$\mu=-0,19$	$\sigma=0,01$	
	FP+Vent	0,89	lognormal	$\mu=-0,12$	$\sigma=0,01$	
	AS+Vent	0,74	lognormal	$\mu=-0,31$	$\sigma=0,01$	
	EBE+Vent	0,82	lognormal	$\mu=-0,20$	$\sigma=0,01$	
	AS+EBE+Vent	0,62	lognormal	$\mu=-0,48$	$\sigma=0,01$	
	AS+EBS	n/a				
Effektivität der baulichen Maßnahmen gegen VRE-Übertragung (IRR)						
Patient*innen	FP	0,74	lognormal	$\mu=-0,30$	$\sigma=0,02$	Epidemiologische Modellierung
	AS	0,79	lognormal	$\mu=-0,23$	$\sigma=0,03$	
	HS	1,10	lognormal	$\mu=0,10$	$\sigma=0,02$	
	EBS	1,20	lognormal	$\mu=0,18$	$\sigma=0,02$	
	EBE	1,11	lognormal	$\mu=0,10$	$\sigma=0,02$	
	Vent	1,00	n/a			
	HS+AS	0,84	lognormal	$\mu=-0,18$	$\sigma=0,02$	
	FP+Vent	0,74	lognormal	$\mu=-0,30$	$\sigma=0,02$	
	AS+Vent	0,79	lognormal	$\mu=-0,23$	$\sigma=0,03$	
	EBE+Vent	1,11	lognormal	$\mu=0,10$	$\sigma=0,02$	
	AS+EBE+Vent	n/a				
	AS+EBS	0,82	lognormal	$\mu=-0,20$	$\sigma=0,02$	
Mitarbeiter*innen Krankenhaus	FP	1,02	lognormal	$\mu=0,02$	$\sigma=0,01$	Epidemiologische Modellierung
	AS	0,98	lognormal	$\mu=-0,02$	$\sigma=0,01$	
	HS	1,01	lognormal	$\mu=0,01$	$\sigma=0,01$	
	EBS	1,00	lognormal	$\mu=-0,01$	$\sigma=0,01$	
	EBE	1,01	lognormal	$\mu=0,01$	$\sigma=0,01$	
	Vent	1,00	n/a			
	HS+AS	1,00	lognormal	$\mu=0,00$	$\sigma=0,01$	
	FP+Vent	1,02	lognormal	$\mu=0,02$	$\sigma=0,01$	
	AS+Vent	0,98	lognormal	$\mu=-0,02$	$\sigma=0,01$	

Parameter		Wert	Verteilung	Parameter der Verteilung		Kommentar/Quelle
	EBE+Vent	1,01	lognormal	$\mu=0,01$	$\sigma=0,01$	
	AS+EBE+Vent	n/a				
	AS+EBS	1,01	lognormal	$\mu=0,01$	$\sigma=0,01$	
Effektivität der baulichen Maßnahmen gegen PSA-Übertragung (IRR)						
Patient*innen	FP	0,72	lognormal	$\mu=-0,32$	$\sigma=0,03$	Epidemiologische Modellierung
	AS	0,87	lognormal	$\mu=-0,14$	$\sigma=0,03$	
	HS	0,82	lognormal	$\mu=-0,20$	$\sigma=0,02$	
	EBS	0,98	lognormal	$\mu=-0,02$	$\sigma=0,03$	
	EBE	0,87	lognormal	$\mu=-0,14$	$\sigma=0,03$	
	Vent	1,00	n/a			
	HS+AS	0,84	lognormal	$\mu=-0,17$	$\sigma=0,03$	
	FP+Vent	0,72	lognormal	$\mu=-0,32$	$\sigma=0,03$	
	AS+Vent	0,87	lognormal	$\mu=-0,14$	$\sigma=0,03$	
	EBE+Vent	0,87	lognormal	$\mu=-0,14$	$\sigma=0,03$	
	AS+EBE+Vent	n/a				
	AS+EBS	0,77	lognormal	$\mu=-0,26$	$\sigma=0,03$	
Mitarbeiter*innen Krankenhaus	FP	1,00	lognormal	$\mu=0,00$	$\sigma=0,02$	Epidemiologische Modellierung
	AS	0,99	lognormal	$\mu=-0,01$	$\sigma=0,02$	
	HS	0,98	lognormal	$\mu=-0,02$	$\sigma=0,02$	
	EBS	1,02	lognormal	$\mu=0,02$	$\sigma=0,02$	
	EBE	0,99	lognormal	$\mu=-0,01$	$\sigma=0,02$	
	Vent	1,00	n/a			
	HS+AS	0,98	lognormal	$\mu=-0,02$	$\sigma=0,02$	
	FP+Vent	1,00	lognormal	$\mu=0,00$	$\sigma=0,02$	
	AS+Vent	0,99	lognormal	$\mu=-0,01$	$\sigma=0,02$	
	EBE+Vent	0,99	lognormal	$\mu=-0,01$	$\sigma=0,02$	
	AS+EBE+Vent	n/a				
	AS+EBS	1,02	lognormal	$\mu=0,02$	$\sigma=0,02$	
Wahrscheinlichkeit einer Infektion je Übertragung						
Patient*innen	SARS-CoV-2	1,00	n/a			Annahme
	VRE	0,02	beta	$\alpha=33$	$\beta=1.910$	NRZ 2023 [1]
	PSA	4,9 x VRE-Wahrscheinlichkeit				ECDC 2023 [2], RKI 2012 [3]
Mitarbeiter*innen Krankenhaus	SARS-CoV-2	1,00	n/a			Annahme
	VRE	0,00	n/a			Annahme
	PSA	0,00	n/a			Annahme
Altersverteilung Infektionen Patient*innen						
SARS-CoV-2	18-29	0,19	n/a			Rommel 2021 [4]
	30-39	0,18	n/a			
	40-49	0,17	n/a			
	50-59	0,20	n/a			
	60-69	0,11	n/a			
	70-79	0,06	n/a			
	80-89	0,07	n/a			
	90+	0,02	n/a			
VRE	18-29	0,00	n/a			Eigene Berechnung basierend auf Kramer 2018 [5]
	30-39	0,02	n/a			

Parameter		Wert	Verteilung	Parameter der Verteilung		Kommentar/Quelle
	40-49	0,09	n/a			
	50-59	0,21	n/a			
	60-69	0,29	n/a			
	70-79	0,24	n/a			
	80-89	0,11	n/a			
	90+	0,04	n/a			
PSA	18-29	0,01	n/a			Eigene Berechnung basierend auf Kaier 2019 [6]
	30-39	0,03	n/a			
	40-49	0,11	n/a			
	50-59	0,21	n/a			
	60-69	0,27	n/a			
	70-79	0,22	n/a			
	80-89	0,11	n/a			
	90+	0,04	n/a			
Altersverteilung Infektionen Mitarbeiter*innen Krankenhaus						
SARS-CoV-2	18-29	0,18	n/a			Altersverteilung SARS-CoV-2 nach Rommel 2021 [4] adjustiert für Erwerbstätigenquoten, DESTATIS 2024 [7]
	30-39	0,24	n/a			
	40-49	0,24	n/a			
	50-59	0,27	n/a			
	60-69	0,07	n/a			
	70-79	0,00	n/a			
	80-89	0,00	n/a			
	90+	0,00	n/a			
Verteilung der Infektionsschwere bei SARS-CoV-2 nach Alter						
asymptomatisch	18-29	0,40	n/a			Rommel 2021 [4]
	30-39	0,39	n/a			
	40-49	0,39	n/a			
	50-59	0,38	n/a			
	60-69	0,38	n/a			
	70-79	0,44	n/a			
	80-89	0,52	n/a			
	90+	0,65	n/a			
mild	18-29	0,28	n/a			Rommel 2021 [4]
	30-39	0,28	n/a			
	40-49	0,27	n/a			
	50-59	0,26	n/a			
	60-69	0,24	n/a			
	70-79	0,19	n/a			
	80-89	0,16	n/a			
	90+	0,15	n/a			
moderat	18-29	0,30	n/a			Rommel 2021 [4]
	30-39	0,31	n/a			
	40-49	0,31	n/a			
	50-59	0,32	n/a			
	60-69	0,28	n/a			
	70-79	0,17	n/a			
	80-89	0,10	n/a			

Parameter		Wert	Verteilung	Parameter der Verteilung		Kommentar/Quelle
	90+	0,06	n/a			
schwer (Hospitalisierung)	18-29	0,02	n/a			Rommel 2021 [4]
	30-39	0,02	n/a			
	40-49	0,03	n/a			
	50-59	0,04	n/a			
	60-69	0,09	n/a			
	70-79	0,19	n/a			
	80-89	0,21	n/a			
	90+	0,14	n/a			
sehr schwer (Intensivstation)	18-29	0,00	n/a			Rommel 2021 [4]
	30-39	0,00	n/a			
	40-49	0,00	n/a			
	50-59	0,00	n/a			
	60-69	0,01	n/a			
	70-79	0,01	n/a			
	80-89	0,01	n/a			
	90+	0,00	n/a			
Verteilung Infektionsorte bei VRE und PSA						
VRE	Harnwegsinfektion	0,35	n/a			ECDC 2023 [2]
	Wundinfektion	0,37	n/a			
	Atemwegsinfektion	0,05	n/a			
	Blutstrominfektion	0,16	n/a			
	Andere	0,07	n/a			
PSA	Harnwegsinfektion	0,25	n/a			ECDC 2023 [2]
	Wundinfektion	0,24	n/a			
	Atemwegsinfektion	0,36	n/a			
	Blutstrominfektion	0,12	n/a			
	Andere	0,03	n/a			
Letalität Infektionen nach Alter oder Infektionsort						
SARS-CoV-2	18-29	0,0003	beta	$\alpha=86$	$\beta=283.496$	Rommel 2021 [4]
	30-39	0,0003	beta	$\alpha=80$	$\beta=263.593$	
	40-49	0,0008	beta	$\alpha=196$	$\beta=251.943$	
	50-59	0,0027	beta	$\alpha=802$	$\beta=296.118$	
	60-69	0,0149	beta	$\alpha=2.404$	$\beta=159.224$	
	70-79	0,0626	beta	$\alpha=6.191$	$\beta=92.719$	
	80-89	0,1315	beta	$\alpha=14.774$	$\beta=97.574$	
	90+	0,1697	beta	$\alpha=7.144$	$\beta=34.952$	
VRE	Harnwegsinfektion	0,0000	n/a			ECDC 2019 [8]
	Wundinfektion 18-69J	0,0090	n/a			
	Wundinfektion 70+J	0,0400	n/a			
	Atemwegsinfektion	0,0360	betaPERT	min=0,0270	max=0,0450	
	Blutstrominfektion	0,2290	betaPERT	min=0,2180	max=0,2380	
	Andere	0,0000				
PSA	Harnwegsinfektion	0,0000				ECDC 2019 [8]
	Wundinfektion 18-69J	0,0090	n/a			
	Wundinfektion 70+J	0,0400	n/a			
	Atemwegsinfektion	0,0625	Gleichverteilung	min=0,0270	max=0,0980	

Parameter		Wert	Verteilung	Parameter der Verteilung		Kommentar/Quelle
	Blutstrominfektion	0,2115	Gleichverteilung	min=0,0710	max=0,3520	
	Andere	0,0000				
Infektionsdauer nach Schwere oder Infektionsort (in Tagen)						
SARS-CoV-2	asymptomatisch	7,0	n/a			Annahme: halbe Dauer der Werte nach Rommel 2021 [4]
	mild	7,0	n/a			
	moderat	7,0	n/a			
	schwer	21,0	n/a			Rommel 2021 [4]
	sehr schwer	32,0	n/a			
VRE	Harnwegsinfektion	7,0	betaPERT	min=4	max=11	ECDC 2019 [8]
	Wundinfektion	8,5	betaPERT	min=0	max=15	
	Atemwegsinfektion	10,5	Gleichverteilung	min=7	max=14	
	Blutstrominfektion	12,5	Gleichverteilung	min=7	max=18	
	Andere	6,0	betaPERT	min=3	max=11	
PSA	Harnwegsinfektion	8,0	betaPERT	min=4	max=11	ECDC 2019 [8]
	Wundinfektion	8,5	betaPERT	min=0	max=15	
	Atemwegsinfektion	13,5	Gleichverteilung	min=10	max=17	
	Blutstrominfektion	18,0	Gleichverteilung	min=15	max=21	
	Andere	14,5	betaPERT	min=9	max=19	
Nutzwerte der "Normalbevölkerung" nach Alter / Disnutzen von Infektionen nach Schwere / Infektionsort (pro Jahr)						
"Normalbevölkerung"	18-24	0,9500	beta	$\alpha=556$	$\beta=29$	Szendel 2014 [9]
	25-34	0,9490	beta	$\alpha=1.836$	$\beta=99$	
	35-44	0,9430	beta	$\alpha=2.027$	$\beta=122$	
	45-54	0,9080	beta	$\alpha=2.106$	$\beta=213$	
	55-64	0,8810	beta	$\alpha=1.442$	$\beta=195$	
	65-74	0,8380	beta	$\alpha=1.403$	$\beta=271$	
	75+	0,7710	beta	$\alpha=805$	$\beta=239$	
SARS-CoV-2	asymptomatisch	0,0000	n/a			Rommel 2021 [4]
	mild	0,0060	n/a			
	moderat	0,0510	n/a			
	schwer	0,1330	n/a			
	sehr schwer	0,6550	n/a			
VRE	Harnwegsinfektion	0,0955	Gleichverteilung	min=0,039	max=0,152	ECDC 2019 [8] Anteil unkomplizierter BSI: 0,595
	Wundinfektion	0,0955	Gleichverteilung	min=0,039	max=0,152	
	Atemwegsinfektion	0,1250	betaPERT	min=0,104	max=0,152	
	Blutstrominfektion unk.	0,1250	betaPERT	min=0,104	max=0,152	
	Blutstrominfektion k.	0,6550	betaPERT	min=0,579	max=0,727	
	Andere	0,0955	Gleichverteilung	min=0,039	max=0,152	
PSA	Harnwegsinfektion	0,0955	Gleichverteilung	min=0,039	max=0,152	ECDC 2019 [8]
	Wundinfektion	0,0955	Gleichverteilung	min=0,039	max=0,152	
	Atemwegsinfektion	0,1250	betaPERT	min=0,104	max=0,152	
	Blutstrominfektion unk.	0,1250	betaPERT	min=0,104	max=0,152	
	Blutstrominfektion k.	0,6550	betaPERT	min=0,579	max=0,727	
	Andere	0,0955	Gleichverteilung	min=0,039	max=0,152	
Direkte gesellschaftliche Krankheitskosten nach Infektion und Schweregrad bzw. Infektionsort (in Euro)						
SARS-CoV-2	asymptomatisch	0,00	n/a			Annahme
	mild	0,00	n/a			

Parameter		Wert	Verteilung	Parameter der Verteilung		Kommentar/Quelle
	moderat	122,02	n/a			Joshi 2024 [10]
	schwer	6.900,00	n/a			
	sehr schwer	31.700,00	n/a			
VRE	Atemwegs- / Blutstrominfektion	38.353,94	n/a			Kaier 2020 [11]
	Andere	0,00	n/a			Annahme
PSA	Atemwegs- / Blutstrominfektion	19.019,60	n/a			Kaier 2019 [6]
	Andere	0,00	n/a			Annahme
Erwerbstätigenquote						
Patient*innen	18-29	0,59	n/a			DESTATIS 2024 [7]
	30-39	0,83	n/a			
	40-49	0,86	n/a			
	50-59	0,83	n/a			
	60-69	0,41	n/a			
	70-79	0,04	n/a			
	80-89	0,00	n/a			
	90+	0,00	n/a			
Vakanzeit (in Tagen)						
Patient*innen		127	n/a			Bundesagentur für Arbeit 2020 [12]
Mitarbeiter*innen Krankenhaus		147	n/a			
Arbeitnehmerentgelt pro Tag (in Euro)						
Patient*innen		127,80	n/a			DESTATIS 2024 [13]
Mitarbeiter*innen Krankenhaus		121,28	n/a			
Kosten der baulichen Maßnahmen (in Euro)						
Baukosten	FP	1.152,00	n/a			Eigene Berechnungen TU Braunschweig
	AS	90.469,73	n/a			
	HS	4.432,67	n/a			
	EBS	4.432,67	n/a			
	EBE	27.405,10	n/a			
	Vent	0,00	n/a			
	HS+AS	94.902,41	n/a			
	FP+Vent	1.152,00	n/a			
	AS+Vent	90.469,73	n/a			
	EBE+Vent	27.405,10	n/a			
	AS+EBE+Vent	117.874,83	n/a			
	AS+EBS	94.902,41	n/a			
Betriebs- und Instandhaltungs- kosten	FP	345,60	n/a			Eigene Berechnungen TU Braunschweig
	AS	1.096,24	n/a			
	HS	33,70	n/a			
	EBS	33,70	n/a			
	EBE	332,07	n/a			
	Vent	0,00	n/a			
	HS+AS	1.129,94	n/a			
	FP+Vent	345,60	n/a			
	AS+Vent	1.096,24	n/a			
	EBE+Vent	332,07	n/a			
		AS+EBE+Vent	1.428,32	n/a		

Parameter		Wert	Verteilung	Parameter der Verteilung		Kommentar/Quelle
	AS+EBS	1.129,94	n/a			
Diskontierungsraten						
Nutzwerte		0,03	n/a			IQWiG 2023 [14]
Kosten		0,03	n/a			

References

1. Nationales Referenzzentrum für Surveillance von nosokomialen Infektionen. Erreger-Surveillance im Modul STATIONS-KISS - Stratifizierung: Stationen mit Aufnahmescreening für alle Patienten. 2023. <https://www.nrz-hygiene.de/KISS-Modul/referenzdaten/KISS/STATIONS-KISS-Erreger-Surveillance>. Accessed 27 Mar 2024.
2. European Centre for Disease Prevention and Control. Point prevalence survey of healthcare-associated infections and antimicrobial use in European acute care hospitals, 2016-2017. Stockholm: ECDC; 2023.
3. Koch-Institut, Robert. Eigenschaften, Häufigkeit und Verbreitung von Vancomycin-resistenten Enterokokken in Deutschland – Upd: Robert Koch-Institut; 2023.
4. Rommel A, Lippe E von der, Plass D, Ziese T, Diercke M, Heiden MAd, et al. The COVID-19 Disease Burden in Germany in 2020—Years of Life Lost to Death and Disease Over the Course of the Pandemic. *Dtsch Arztebl Int.* 2021;118:145–51. doi:10.3238/arztebl.m2021.0147.
5. Kramer TS, Remschmidt C, Werner S, Behnke M, Schwab F, Werner G, et al. The importance of adjusting for enterococcus species when assessing the burden of vancomycin resistance: a cohort study including over 1000 cases of enterococcal bloodstream infections. *Antimicrob Resist Infect Control* 2018. doi:10.1186/s13756-018-0419-9.
6. Kaier K, Heister T, Götting T, Wolkewitz M, Mutters NT. Measuring the in-hospital costs of *Pseudomonas aeruginosa* pneumonia: methodology and results from a German teaching hospital. *BMC Infect Dis* 2019. doi:10.1186/s12879-019-4660-5.
7. Statistisches Bundesamt. Bevölkerung, Erwerbstätige, Erwerbslose, Erwerbspersonen, Nichterwerbspersonen aus Hauptwohnsitzhaushalten: Deutschland, Jahre, Geschlecht, Altersgruppen. 2024. Accessed 27 Mar 2024.
8. European Centre for Disease Prevention and Control. ECDC BCoDE toolkit [software application]; 2019.
9. Szende A, Janssen B, Cabases J, editors. Self-Reported Population Health: An International Perspective based on EQ-5D. Dordrecht (NL); 2014.
10. Joshi K, Scholz S, Maschio M, Kohli M, Lee A, Fust K, et al. Clinical impact and cost-effectiveness of the updated COVID-19 mRNA Autumn 2023 vaccines in Germany. *J Med Econ.* 2024;27:39–50. doi:10.1080/13696998.2023.2290388.
11. Kaier K, Wolkewitz M, Hehn P, Mutters NT, Heister T. The impact of hospital-acquired infections on the patient-level reimbursement-cost relationship in a DRG-based hospital payment system. *Int J Health Econ Manag.* 2020;20:1–11. doi:10.1007/s10754-019-09267-w.
12. Bundesagentur für Arbeit. Statistik der Bundesagentur für Arbeit, Berichte: Analyse Arbeitsmarkt, Gemeldete Arbeitsstellen nach Berufen (Engpassanalyse). 2020. <https://statistik.arbeitsagentur.de/>. Accessed 27 Mar 2024.
13. Statistisches Bundesamt. VGR des Bundes - Arbeitnehmerentgelt: Deutschland, Jahre, Wirtschaftsbereiche. 2024. Accessed 27 Mar 2024.
14. Institut für Qualität und Wirtschaftlichkeit im Gesundheitswesen. Allgemeine Methoden - Version 7.0. 2023. https://www.iqwig.de/methoden/allgemeine-methoden_version-7-0.pdf. Accessed 27 Mar 2024.

Anlage 10: Ergebnisse der Modellierung von Auswirkung architektonischer Maßnahmen auf Infektionen, Krankenhausaufenthalte, Patienten auf der Intensivstation und Todesfälle

Tabelle 1. Schätzungen unter Berücksichtigung der gesamten Notaufnahme-Population (Patienten + HCWs)

Scenario	Infektionen		Krankenhaus-aufenthalte	Patienten auf der Intensivstation	Todesfälle
	IRR** (95% CI)	IRD*** (95% CI)	IRD*** (95% CI)	IRD*** (95% CI)	IRD*** (95% CI)
Base Case*	1	0	0	0	0
Flexible partition (FP)	0.91 (0.90 - 0.94)	-3.04 (-3.61 - -2.22)	-0.12 (-0.14 - -0.10)	-0.03 (-0.03 - -0.03)	-0.04 (-0.05 - -0.04)
Attention Sep (AS)	0.78 (0.76 - 0.81)	-7.55 (-8.47 - -6.72)	-0.19 (-0.21 - -0.17)	-0.05 (-0.05 - -0.04)	-0.04 (-0.04 - -0.03)
Holding Sep (HS)	0.94 (0.91 - 0.96)	-2.15 (-3.06 - -1.41)	-0.05 (-0.07 - -0.03)	-0.01 (-0.02 - -0.01)	-0.01 (-0.01 - -0.01)
ED Base Sep (EBS)	0.89 (0.87 - 0.90)	-4.00 (-4.67 - -3.34)	-0.09 (-0.11 - -0.07)	-0.02 (-0.03 - -0.02)	-0.01 (-0.02 - -0.01)
ED Base Ext (EBE)	0.79 (0.78 - 0.81)	-7.30 (-7.95 - -6.58)	-0.16 (-0.17 - -0.14)	-0.04 (-0.04 - -0.03)	-0.02 (-0.02 - -0.02)
Ventilation (Vent)	0.95 (0.93 - 0.98)	-1.74 (-2.48 - -0.85)	-0.05 (-0.07 - -0.02)	-0.01 (-0.02 - -0.01)	-0.01 (-0.01 - -0.01)
HS + AS	0.81 (0.79 - 0.83)	-6.71 (-7.61 - -5.96)	-0.17 (-0.19 - -0.15)	-0.04 (-0.05 - -0.04)	-0.03 (-0.04 - -0.03)
FP + Vent	0.85 (0.84 - 0.87)	-5.12 (-5.73 - -4.36)	-0.14 (-0.16 - -0.12)	-0.04 (-0.04 - -0.03)	-0.04 (-0.04 - -0.03)
AS + Ven	0.69 (0.67 - 0.72)	-10.77 (-11.6 - -9.85)	-0.28 (-0.30 - -0.26)	-0.07 (-0.07 - -0.06)	-0.06 (-0.06 - -0.06)
EBE + Vent	0.82 (0.80 - 0.84)	-6.37 (-7.08 - -5.69)	-0.14 (-0.16 - -0.12)	-0.04 (-0.04 - -0.03)	-0.02 (-0.02 - -0.01)
AS + EBE + Vent	0.61 (0.59 - 0.63)	-13.71 (-14.67 - -12.78)	-0.32 (-0.33 - -0.30)	-0.08 (-0.08 - -0.08)	-0.05 (-0.06 - -0.05)

Tabelle 2. Schätzungen, die nur Patienten in der Notaufnahme berücksichtigen

Scenario	Infektionen		Krankenhaus-aufenthalte	Patienten auf der Intensivstation	Todesfälle
	IRR** (95% CI)	IRD*** (95% CI)	IRD*** (95% CI)	IRD*** (95% CI)	IRD*** (95% CI)
Base Case*	1	0	0	0	0
Flexible partition (FP)	0.50 (0.47 - 0.53)	-2.23 (-2.38 - -2.01)	-0.11 (-0.11 - -0.1)	-0.03 (-0.03 - -0.02)	-0.04 (-0.05 - -0.04)
Attention Sep (AS)	0.64 (0.60 - 0.68)	-1.58 (-1.75 - -1.37)	-0.07 (-0.09 - -0.07)	-0.02 (-0.02 - -0.02)	-0.03 (-0.03 - -0.03)
Holding Sep (HS)	0.89 (0.85 - 0.94)	-0.49 (-0.70 - -0.26)	-0.02 (-0.04 - -0.01)	-0.01 (-0.01 - 0.00)	-0.01 (-0.01 - -0.01)
ED Base Sep (EBS)	0.88 (0.84 - 0.92)	-0.55 (-0.75 - -0.34)	-0.03 (-0.04 - -0.02)	-0.01 (-0.01 - 0.00)	-0.01 (-0.01 - -0.01)
ED Base Ext (EBE)	0.86 (0.82 - 0.90)	-0.61 (-0.81 - -0.41)	-0.03 (-0.04 - -0.02)	-0.01 (-0.01 - 0.00)	-0.01 (-0.02 - -0.01)
Ventilation (Vent)	0.90 (0.86 - 0.94)	-0.46 (-0.64 - -0.26)	-0.02 (-0.03 - -0.01)	-0.01 (-0.01 - 0.00)	-0.01 (-0.01 - 0.00)
HS + AS	0.67 (0.64 - 0.70)	-1.46 (-1.62 - -1.29)	-0.07 (-0.08 - -0.06)	-0.02 (-0.02 - -0.01)	-0.03 (-0.03 - -0.02)
FP + Vent	0.63 (0.58 - 0.67)	-1.61 (-1.88 - -1.43)	-0.08 (-0.09 - -0.06)	-0.02 (-0.02 - -0.02)	-0.03 (-0.04 - -0.03)
AS + Ven	0.40 (0.37 - 0.44)	-2.63 (-2.84 - -2.42)	-0.12 (-0.13 - -0.12)	-0.03 (-0.03 - -0.03)	-0.05 (-0.05 - -0.05)
EBE + Vent	0.85 (0.81 - 0.90)	-0.68 (-0.85 - -0.42)	-0.03 (-0.04 - -0.02)	-0.01 (-0.01 - -0.01)	-0.01 (-0.02 - -0.01)
AS + EBE + Vent	0.55 (0.51 - 0.58)	-2.00 (-2.20 - -1.81)	-0.09 (-0.10 - -0.08)	-0.02 (-0.03 - -0.02)	-0.04 (-0.04 - -0.04)

Tabelle 3. Schätzungen, die nur HCWs in der Notaufnahme berücksichtigen

Scenario	Infektionen		Krankenhaus-aufenthalte	Patienten auf der Intensivstation	Todesfälle
	IRR** (95% CI)	IRD*** (95% CI)	IRD*** (95% CI)	IRD*** (95% CI)	IRD*** (95% CI)
Base Case*	1	0	0	0	0
Flexible partition (FP)	0.97 (0.96 - 1.00)	-0.82 (-1.33 - -0.07)	-0.02 (-0.03 - 0.00)	0.00 (-0.01 - 0.00)	0.00 (0.00 - 0.00)
Attention Sep (AS)	0.81 (0.78 - 0.83)	-5.97 (-6.64 - -5.24)	-0.11 (-0.13 - -0.10)	-0.03 (-0.03 - -0.02)	-0.01 (-0.01 - -0.01)
Holding Sep (HS)	0.95 (0.92 - 0.96)	-1.66 (-2.32 - -1.08)	-0.03 (-0.05 - -0.02)	-0.01 (-0.01 - -0.01)	0.00 (0.00 - 0.00)
ED Base Sep (EBS)	0.89 (0.87 - 0.91)	-3.45 (-4.00 - -2.81)	-0.07 (-0.08 - -0.05)	-0.02 (-0.02 - -0.01)	0.00 (0.00 - 0.00)
ED Base Ext (EBE)	0.78 (0.77 - 0.80)	-6.69 (-7.23 - -6.13)	-0.13 (-0.14 - -0.11)	-0.03 (-0.03 - -0.03)	-0.01 (-0.01 - -0.01)
Ventilation (Vent)	0.96 (0.93 - 0.98)	-1.28 (-2.00 - -0.60)	-0.02 (-0.04 - -0.01)	-0.01 (-0.01 - 0.00)	0.00 (0.00 - 0.00)
HS + AS	0.83 (0.81 - 0.85)	-5.25 (-5.85 - -4.49)	-0.10 (-0.11 - -0.08)	-0.02 (-0.03 - -0.02)	-0.01 (-0.01 - 0.00)
FP + Vent	0.89 (0.87 - 0.90)	-3.51 (-4.17 - -2.87)	-0.07 (-0.08 - -0.05)	-0.02 (-0.02 - -0.01)	0.00 (0.00 - 0.00)
AS + Ven	0.73 (0.71 - 0.75)	-8.14 (-8.89 - -7.49)	-0.15 (-0.17 - -0.14)	-0.04 (-0.04 - -0.04)	-0.01 (-0.01 - -0.01)
EBE + Vent	0.81 (0.80 - 0.83)	-5.69 (-6.31 - -5.19)	-0.11 (-0.12 - -0.10)	-0.03 (-0.03 - -0.02)	-0.01 (-0.01 - -0.01)
AS + EBE + Vent	0.62 (0.60 - 0.63)	-11.7 (-12.3 - -11.2)	-0.22 (-0.23 - -0.21)	-0.06 (-0.06 - -0.05)	-0.01 (-0.01 - -0.01)

* Die Auswirkungen der einzelnen Interventionsszenarien werden mit der Base Case verglichen.

**IRR: Inzidenzraten-Ratio (vom englischen *Incidence Rate Ratio*)

***IRD: Inzidenzratenunterschied (vom englischen *Incidence Rate Difference*). Die Schätzungen berücksichtigen einen Monat in der Notaufnahme.

Tabelle 4. Parameter und -werte des epidemiologischen Modells

Erreger	Parameter	Wert	Quelle
Altersverteilung der nicht-chirurgischen Patienten in der Notaufnahme (nur Erwachsene)			
Alle	18-29	0,163	Tabelle 4 - Michael <i>et al.</i> 2021 [1]
	30-39	0,1308	
	40-49	0,1213	
	50-59	0,1415	
	60-69	0,1368	
	70-79	0,1455	
	80-89	0,133	
	90+	0,0281	
Anteil aller positiven Fälle, die innerhalb der Altersgruppen asymptomatisch bleiben			
SARS-CoV-2	19-59	0,321	Sah <i>et al.</i> 2021 [2]
	60+	0,197	
Anteil der erfassten Patienten, die innerhalb der Altersgruppen ein Krankenhaus benötigen			
SARS-CoV-2	18-59	0,06	LZG/IfSG
	60-69	0,188	
	70-79	0,37	
	80+	0,473	
Anteil der behandelten Patienten, die innerhalb der Altersgruppen intubiert werden müssen			
SARS-CoV-2	18-59	0,146	Karagiannidis <i>et al.</i> 2020 [3]
	60-69	0,236	
	70-79	0,248	
	80+	0,116	
Anteil der toten Patienten an den festgestellten Patienten in jeder Altersgruppe			
SARS-CoV-2	20-39	0,001	Schilling <i>et al.</i> 2020 [4]
	40-59	0,007	
	60-79	0,096	
	80+	0,3	

Referenzen

1. Michael M. *et al.* Age- and gender-associated distribution of type of admission, triage, type of discharge, and length of stay in the emergency department. *Notfall und Rettungsmedizin*, 2023, 26(1), 39-48.
2. Sah P. *et al.* Asymptomatic SARS-CoV-2 infection: A systematic review and meta-analysis. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 2021, 118(34): e2109229118.
3. Karagiannidis C. *et al.* Case characteristics, resource use, and outcomes of 10021 patients with COVID-19 admitted to 920 German hospitals: an observational study. *Lancet Respir. Med.* 2020, 8(9):853-862.
4. Schilling J. *et al.* Krankheitsschwere der ersten COVID-19-Welle in Deutschland basierend auf den Meldungen gemäß Infektionsschutzgesetz. *J. Heal. Monit.* 2020.