

Konzept zur Erstellung von Musterpatienten



Projekt KOMPASS

Kompetenz und Organisation für den Massenanfall von
Patienten in der Seeschifffahrt

AP 1 „Modellierung von Schadenslagen“

UAP 1.2 „Festlegung von Krankheits- bzw. Verletzungsmustern“

Universitätsmedizin Greifswald

Zentrum für Orthopädie, Unfallchirurgie und Rehabilitative Medizin

Klinik und Poliklinik für Unfall-, Wiederherstellungschirurgie und Rehabilitative
Medizin

Dr. Denis Gümbel

Dipl.-Psych. Caspar Ottersbach

Inhalt

1	Zusammenfassung.....	1
2	Hintergrund	2
2.1	Zielstellung und Vorgehen.....	2
2.2	Schadenslagen und Szenarienauswahl.....	3
2.2.1	Medizinischer Hintergrund Brandszenario	6
2.2.2	Medizinischer Hintergrund Kollisionsszenario.....	8
2.2.3	Medizinischer Hintergrund Infektionsszenario.....	9
3	Methode	13
3.1	Faktoren und Variablen	13
3.2	Datengenerierung Musterpatienten	15
3.2.1	Auswahl der Primärfaktoren und Permutation.....	17
3.2.2	Erstellung spezifische Patientengruppen	20
4	Ergebnisse	22
4.1	Musterpatienten Szenario „Brand“	22
4.1.1	Spezifische Patientengruppe Brandszenario 1	23
4.2	Musterpatienten Szenario „Kollision“	24
4.2.1	Einzelverletzung.....	24
4.2.2	Mehrfachverletzungen	25
4.3	Musterpatienten Szenario „Infektion“	26
5	Diskussion.....	27
6	Fazit	28
7	Literatur.....	29

1 Zusammenfassung

Der Massenanfall von Patienten auf See stellt unterschiedliche Fachdisziplinen und Akteure aufgrund der spezifischen Einsatzlage vor besondere Herausforderungen [1]. Ein Ziel des KOMPASS-Projektes ist die Erarbeitung eines integrativen Managementsystems zur Patientenversorgung auf See, das sich aus strukturellen, organisatorischen und technischen Maßnahmen zusammensetzt. Um den zu erwartenden Bedarf an medizinischen Ressourcen in dieses System zu integrieren, wurden für drei ausgewählte Schadenslagen (Brand, Kollision und Infektion) Musterpatienten generiert. Diese Musterpatienten stellen fiktive verletzte oder erkrankte Personen mittels demographischer und medizinischer Parameter dar.

Das vorliegende Konzept stellt Hintergrund, Methode und Ergebnisse der Erstellung dieser Musterpatienten dar. Es wurden für die drei Schadenslagen sechs Einzelszenarien festgelegt. Für ein Brandszenario wurde aus den Musterpatienten eine szenariospezifische Patientengruppen gewonnen.

Das Konzept ist technisch einfach skalierbar und kann mit geringem Aufwand inhaltlich erweitert werden. Gleichzeitig bietet es aber keine einfache, vollständig echtzeitbasierte Simulation der medizinischen Parameter.

2 Hintergrund

Das Gesamtprojekt KOMPASS zielt interdisziplinäre Lösungsansätze für die komplexe Thematik „Massenanfall von Patienten auf See“ an. Um diese umfassende „Weitwinkelperspektive“ in bearbeitbare Teilschritte der beteiligten Disziplinen zu unterteilen, wurden zwei Vereinfachungen vorgenommen:

1. Die Vielzahl möglicher Schadenslagen (Havarie, Naturkatastrophe, Terroranschlag usw.) wurde auf drei (Brand, Kollision und Infektion) reduziert
2. Die drei Schadenslagen wurden in sechs Einzelszenarios eingegrenzt (Brand „RoPax-Fähre“, Brand „Kreuzfahrtschiff“, Kollision, Infektion „AGE“, Infektion „ARI“, Infektion „Masern“)

Im vorliegenden Konzept werden diese Einzelszenarios in medizinische Bedarfsträger, sprich konkrete Einzelpatienten (-gruppen) überführt.

Das Vorgehen bei der Erstellung dieser Musterpatienten basierte auf fachlichen Vorüberlegungen und Expertenbefragungen im Zuge der Szenarien-Workshops. Medizinische Originaldaten eines MANV aus See konnten bislang nicht herangezogen werden.

2.1 Zielstellung und Vorgehen

Ziel des UAP 1.2 „Festlegung von Krankheits- bzw. Verletzungsmustern“ ist es, den medizinischen Ressourcenbedarf im Schadensfall durch Musterpatienten abzubilden. Diese Musterpatienten sollen die prototypischen relevanten Merkmale der zu erwartenden Patienten aufweisen. Hierfür muss die theoretisch mögliche Komplexität der medizinischen Zustandsbeschreibung des einzelnen Patienten auf eine praktisch beschreibbare Anzahl von Parametern reduziert werden. In diesem Sinne wurde die Patienten durch eine begrenzte Anzahl relevanter Einflussgrößen beschrieben, den sogenannten Faktoren (z.B. Basisdaten, Verletzungsmuster, Zustand bei Sichtung). Diese Faktoren wurden wiederum durch Variablen wie Alter, Grad der Verbrennung oder Blutdruck operationalisiert. Der einzelne Patient wurde dann durch

Ausprägungen auf diesen Variablen abgebildet. Ergebnis sind szenariospezifische Grundtypen von Patienten (Musterpatienten), die zur Erstellung einer beliebig großen spezifischen Patientengruppe (SPG) herangezogen werden können. Diese SPG kann abschließend anhand von Sekundärvariablen (z.B. Standort auf dem Schiff) anwendungsbezogen angepasst/ausgestaltet werden (siehe Abb. 1). Im Projekt KOMPASS ist die Nutzung in den UAPs 2.1, 3.1, 5.3 und 7.2 angezielt.



Abbildung 1: Schema der Erstellung der szenariospezifischen Patientendaten

2.2 Schadenslagen und Szenarienauswahl

Der Massenanfall von Patienten auf See ist immer ein individuelles Schadensszenario, bei dem die Anzahl der zu versorgenden Patienten die aktuell vorgehaltenen oder binnen kurzer Zeit verfügbaren Ressourcen überschreitet und den Übergang einer individualmedizinischen Versorgung zur Massenmedizin erforderlich macht. Das einzelne Ereignis ist gekennzeichnet durch ein hohes Maß an Individualität, wodurch die Konstruktion eines „Modell-MANV auf See“ erschwert wird [2].

Um sich dem Ziel der Entwicklung eines integrativen Managementsystems zur Versorgung von Patienten auf See während eines MANV zu nähern, bedarf es einer eingrenzenden Festlegung von „Muster-“ Szenarien. Hierzu wurden zunächst als wahrscheinlich eingestufte Schadenslagen identifiziert und weitere Einflussfaktoren wie z.B. Lokalisation des Einsatzortes (bedingt organisatorische und technische Voraussetzungen), Art des betroffenen Schiffes (bedingt die Anzahl möglicher Patienten) oder Art des Unfallereignisses definiert. Vor dem Hintergrund der eingeschränkten Verfügbarkeit wissenschaftlich verwertbarer medizinischer Berichte von stattgehabten Großschadensereignissen auf See wurden im Rahmen von

Expertengesprächen sowie zwei Szenarien-Workshops (siehe auch <http://www.kompassprojekt.de/workshop-infektionsszenarien/> vom 10.03.15 und <http://www.kompassprojekt.de/ergebnis-der-szenarien-workshops/> vom 05.05.15) mit Beteiligung der KOMPASS-Projektpartner, assoziierten Partner und Experten auf dem Gebiet der Seerettung drei Szenarien identifiziert, die nach aktuellem Wissensstand die größte Relevanz aufweisen und deren Bewältigung ein integratives Managementsystem zur Verbesserung der zivilen Sicherheit erforderlich machen. Es besteht Konsens, dass die Szenarien „Schiffsbrand“, „Kollision“ und „Infektausbruch“ eine Schnittmenge aus Realitätsnähe, der Anwendbarkeit für die geplanten Forschungsansätze und der Anwendbarkeit für Rettungskräfte in der Praxis bilden. Darüber hinaus wurden zur Modulation bzw. Skalierung der Szenarien zwei Variablen (Erreichbarkeit, Patientenzahl) mit jeweils zwei Ausprägungen (gute/schlechte Erreichbarkeit; wenig/viele Patienten) festgelegt. Aus den somit insgesamt 24 möglichen Szenarien wurden sechs zur weiteren Untersuchung ausgewählt:

Brand 1:

- RoPax-Fäherschiff „MS UNGLÜCK“
- Länge: 200m, Breite: 30m, Höhe: 45m
- Position: Mecklenburger Bucht
- Zeit: Montag, 10:30 Uhr MESZ, April
- Feuer im LKW-Deck
- Rauchentwicklung über mehrere Decks
- 450 Personen an Bord (davon 40 Crew)
- Patientenzahl: 150
- Erreichbarkeit: eingeschränkt, 14 sm vor der Küste
- Wetter: mäßig, Sicht diesig, See grob, Luft 9°C

Brand 2:

- Kreuzfahrtschiff „MS HOLIDAY“
- Länge: 200m, Breite: 30m, Höhe: 45m
- Position Deutsche Bucht
- Zeit: Montag, 10:30 Uhr MESZ, April

- Feuer im Restaurant
- Rauchentwicklung auf mehreren Decks
- 3.700 Personen an Bord (davon 1.000 Crew)
- Patientenzahl: 150
- Erreichbarkeit: eingeschränkt, 14 sm vor der Küste
- Wetter: mäßig, Sicht diesig, See grob, Luft 9°C

Kollision:

- RoPax-Fäherschiff „MS UNGLÜCK“
- Länge: 200m, Breite: 30m, Höhe: 45m
- Position: Kadetrinne
- Zeit: Montag, 10:30 Uhr MESZ, April
- Kollision mit Massengutschiff, im vorderen Drittel seitlich gerammt worden
- 450 Personen an Bord (davon 40 Crew)
- Patientenzahl: 150
- Erreichbarkeit: eingeschränkt, 14 sm vor der Küste
- Wetter: mäßig, Sicht diesig, See grob, Luft 9°C
- Zeit: Montag, 10:30 Uhr MESZ, April

Infektion (1-3)

- Kreuzfahrtschiff „MS HOLIDAY“
- Länge: 250m, Breite: 35m, Höhe: 60m
- Erreichbarkeit: eingeschränkt
- Wetter: mäßig, Sicht diesig, See grob, Luft 9°C
- Zeit: Sonntag, 10:30 Uhr MESZ, April
- Position: 2 sm vor einem Kreuzfahrthafen
- 3.700 Personen an Bord (davon 1.000 Crew)

Akute Gastroenteritis, AGE (Infektion 1)

- Ausbruch einer AGE, Patienten mit Erbrechen und Durchfall
- Patientenzahl: 350 (davon 100 Crew)

Akute Respiratorische Infektion, ARI (Infektion 2)

- Ausbruch einer ARI
- Patientenzahl: 140 (davon 40 Crew)

Masern (Infektion 3)

- Ausbruch von Masern, Patienten mit hohem Fieber, teils Ausschlag
- Patientenzahl: 70 (davon 50 Crew)

Eine Kombination der Schadenlagen (z.B. Kollision mit späterem Brand) wurde ausgeschlossen. Nachfolgend werden die medizinischen Hintergründe für diese drei Schadenlagen dargestellt.

2.2.1 Medizinischer Hintergrund Brandszenario

Der Schiffsbrand stellt eine von erfahrenen Seeleuten und Rettungsorganisationen besonders gefürchtete Schadenslage dar. Gleichzeitig wächst die Wahrscheinlichkeit für ein solches Szenario mit der Ausweitung der Passagierschiffahrt auf den Weltmeeren. Abhängig von Ausmaß und Lokalisation können Rettungsarbeiten durch eine Gefährdung von Passagieren, Crew und Helfern deutlich erschwert werden. Insbesondere RoPax-Schiffe mit wechselnder Beladung bergen ein hohes Risiko für die Entwicklung eines Schiffsbrands. Besonders schwierig sind Brände auf dem Oberdeck, bei denen es unmöglich ist, den Brand durch eine Einschränkung der Sauerstoffzufuhr, wie unter Deck üblich, zu kontrollieren. Externe Löschanöver können zu einer Instabilisierung des Schiffes führen.

Vor dem Hintergrund dieser rettungstechnischen Überlegungen sind aus medizinischer Sicht primär Verletzungen durch die sich entwickelnden Rauchgase (Rauchgasinhalation und Rauchgasintoxikation) sowie durch eine direkte Hitzeeinwirkung (Verbrennungen unterschiedlichen Ausmaßes) zu erwarten.

Rauchgasinhalation und -intoxikation

Bei der Rauchgasinhalation handelt es sich um das Einatmen von im Brandrauch enthaltener, gesundheitsschädigender Gase. Im Unterschied zur Rauchgasintoxikation ist es noch nicht zu klinischen Vergiftungserscheinungen

(kardiopulmonale Verschlechterung, Störung der Vigilanz, Unwohlsein) gekommen. Die Zusammensetzung des Brandrauchs ist abhängig von den brennenden Materialien (Brandlast), der Temperatur und der Sauerstoffkonzentration. Medizinisch bedeutsam ist die Unterscheidung von Reizgasen, Erstickungsgasen, Giftgasen und Rußpartikel [3].

Reizgase führen durch eine Irritation des Tracheobronchialsystems zu einem Bronchospasmus sowie zur Entwicklung eines lebensbedrohlichen toxischen Lungenödems. Bei der Inhalation von Erstickungsgasen (Kohlenmonoxid, Kohlendioxid) kommt es zu einer Blockade des Sauerstofftransportsystems am Hämoglobinmolekül und einer damit einhergehenden Gewebhypoxie. Der Schädigung durch Giftgase (Schwefeldioxid, Zyanide) liegt eine Störung der Atmung auf zellulärer Ebene zugrunde [4]. Nicht zuletzt führen eingeatmete Rußpartikel zu thermischen Schädigung des Tracheobronchialbaums mit der Gefahr der Entwicklung von mechanischen Atemwegsverlegungen.

Verbrennungen

Die klinische Einschätzung verbrannter Patienten basiert im Wesentlichen auf der Beurteilung der Verbrennungstiefe und deren Ausdehnung. Für die Einschätzung der Ausdehnung von Verbrennungen hat sich die sog. „Neuner-Regel“ im klinischen Alltag durchgesetzt. In modifizierter Form wird sie auch zur Einschätzung der Ausdehnung von Verbrennung bei Kindern eingesetzt. Die Verbrennungstiefe wird entsprechend der beteiligten Hautschichten in 4 Grade eingeteilt. Hierbei entspricht Grad 1 in etwa dem Bild eines unkomplizierten Sonnenbrandes. Eine restitutio ad integrum ist hier die Regel. Bei Verbrennungen Grad 2 kommt es zu Blasenbildung, die entweder vollständig (2a) oder mit Narbenbildung (2b) abheilen. Eine Verbrennung dritten Grades umfasst Dermis und Subkutis während Grad 4 eine vollständige Verkohlung mit Beteiligung von Knochen und Faszien beschreibt. Der individuelle Gesundheitsverlauf des verbrannten Patienten wird einerseits durch lokale Faktoren (Art und Ausmaß der Hitzeeinwirkung) und andererseits durch die komplexen Wirkungen einer Verbrennung auf den Gesamtorganismus (Freisetzung von Entzündungsmediatoren, Beeinflussung der Blutgerinnung, Endothelschädigung, Nierenversagen, Kreislaufschock, Sepsis) sowie vom Zeitpunkt und der Art der notfallmedizinischen Versorgung beeinflusst. Die frühe Einleitung einer

symptomatischen Therapie sowie der schnellstmögliche Transport in ein Zentrum für Brandverletzte sind beim kritisch Verbrannten überlebenswichtig [5].

Explosion

Eine Sonderstellung nimmt die „Explosion“ ein, die durch Splitterwirkung und die sich entwickelnde Druckwelle weitere penetrierende und stumpfe Verletzungen hervorrufen kann. Sekundär kann es in einer solchen Schadenslage zu weiteren Verletzungen wie stumpfe Traumata, Frakturen und Wunden durch Stürze kommen. Darüber hinaus kann es, bedingt durch Umwelteinflüsse, zu Unterkühlung von Patienten kommen [6].

2.2.2 Medizinischer Hintergrund Kollisionsszenario

Unter einer Havarie wird im Allgemeinen die Betriebsstörung eines Schiffes aufgrund eines Schadensereignisses verstanden. Ein spezieller Fall einer solchen Störung ist die Kollision. Die Unterschiede zum Schiffsbrand ergeben sich hinsichtlich der lokalen Infrastruktur und dem zu erwartenden Verletzungsmuster der Patienten.

Während einer Kollision werden aus medizinischer Sicht zunächst Sturzverletzungen, insbesondere im Bereich der Extremitäten erwartet. Dabei kann die Gewalteinwirkung sowohl stumpf, das heißt flächig auf den Körper auftreffend oder penetrierend, das bedeutet die Integrität der Haut beeinträchtigend sein. Klinisches Korrelat sind Extremitätenfrakturen, Schnittverletzungen und Wunden. Extremitätenfrakturen nach einem Sturzereignis verursachen in der Regel starke Schmerzen mit Schwellung und Bewegungseinschränkung. Erschwerend kann im Rahmen von Frakturen an den unteren Extremitäten die aufgehobene Mobilität des Patienten hinzukommen. Bei der Erstbehandlung stehen nach der Behandlung akut lebensbedrohlicher Zustände die achsgerechte Immobilisation der betroffenen Extremität sowie die bedarfsgerechte Analgesie im Vordergrund.

Im Rahmen eines Expertenkonsensus wurden stumpfe Verletzungen, Extremitätenverletzungen, Schnittverletzungen (allesamt Monoverletzungen) sowie schwere Mehrfachverletzungen (Polytrauma) als relevant identifiziert.

Einzelverletzungen

Bei Patienten, die eine Monoverletzung erlitten haben, wird zunächst zwischen einem stumpfen und einem penetrierenden Unfallmechanismus unterschieden. Im Rahmen einer Kollision werden aller Wahrscheinlichkeit nach stumpfe Verletzungen überwiegen. Bei der Behandlung von Patienten sowie der Risikoabschätzung ist eine Unterscheidung der Lokalisation zwischen Extremitätenverletzungen, Verletzungen des Körperstammes oder des Kopfes wichtig. Während bei Extremitätenverletzungen Analgesie (Schmerzausschaltung) und Immobilisation im Vordergrund stehen, müssen bei Verletzungen des Körperstammes wesentliche Störungen des Herz- und Kreislaufsystems sowie der Atmung behandelt oder ausgeschlossen bzw. überwacht werden. Darüber hinaus können diese Verletzungen mit einem Schockzustand des Patienten einhergehen. Hierbei muss zwischen den Ausprägungen „Schock“, „grenzwertig“ und „kein Schock“ unterschieden werden. Dies ergibt sich aus der Überlegung, dass Patienten im Schock bzw. „grenzwertigen Schock“ einer möglichst frühzeitigen Behandlung zugeführt werden müssen, während Patienten ohne Schocksymptomatik ggf. überwacht werden [7].

Mehrfachverletzungen

Die Individualität von Mehrfachverletzungen legt eine Kategorisierung nach klinischer Relevanz nahe. Hierzu wurde der Injury Severity Score (ISS) zu Hilfe genommen, der eine Unterscheidung von schwer verletzten Patienten mit Mehrfachverletzung und leicht verletzten Patienten mit Mehrfachverletzung erlaubt [8]. Die Trennung erfolgte wie in der medizinischen Forschung üblich bei einem ISS von 16.

2.2.3 Medizinischer Hintergrund Infektionsszenario

Das Musterszenario Infektion unterscheidet sich in mehreren Punkten von den Szenarien Brand und Kollision. Während es sich bei einem Brand sowie einer Kollision im Hinblick auf die Zahl der Verletzten um zeitlich begrenzte Ereignisse handelt, besteht die Gefahr der Infizierung bedingt durch die Kontagiosität von Infektionen weiterer Passagiere fort. Stehen bei verletzten Passagieren die Triage und die initiale Behandlung bis zur Sicherstellung der weiteren Versorgung bspw. im Krankenhaus im Vordergrund, sind (Infektions-) Erkrankte weniger häufig vital

bedroht. Dennoch muss die Ausbreitung der Erkrankung auf weitere Passagiere durch stringente Isolationsmaßnahmen verhindert werden. Dies führt nicht selten dazu, dass Passagiere fortan in Ihrer Kabine (wenn vorhanden) verbleiben müssen, was den Normalbetrieb auf einem Schiff vor eine große logistische Herausforderung stellt (Verpflegung, Betreuung, Überwachung etc.).

Im Rahmen eines Expertenworkshops wurde erarbeitet, welche Erkrankungen eine besondere Gefahr bei gleichzeitig hoher Wahrscheinlichkeit des Eintretens darstellen. Als Konsens wurden der Ausbruch von 1) Norovirusinfektionen 2) Influenzainfektionen sowie 3) Maserninfektionen gefunden. Das Risiko für das Auftreten einer Infektion auf einem Schiff ist abhängig von der Dauer der Reise sowie der Zusammensetzung der Passagiere (Alter, Immunstatus etc.) [9-11]. In diesem Zusammenhang sei auf die Bedeutung präventiver Maßnahmen hingewiesen.

Der Bedrohung, die von einem Ausbruch einer Infektionserkrankung auf einem durch erkrankte Crewmitglieder u.U. nur noch in Teilen betriebsfähigen Schiff ausgeht, muss durch die Möglichkeit der Isolierung von Patienten, Maßnahmen zur Förderung der Händedesinfektion sowie geeignetes Monitoring begegnet werden [12].

Norovirus

Beim Norovirus handelt es sich um ein hochkontagiöses Virus, das an Land insbesondere in den Wintermonaten Oktober bis März in der Regel epidemieartig auftritt. Besondere Risikogruppe stellen aufgrund eines häufig eingeschränkten Immunsystems Kinder unter 5 sowie Senioren über 70 Jahren dar. Die Ausscheidung des Virus und damit eine mögliche Kontaminationsmöglichkeit erfolgt über Stuhl und/oder Erbrochenes. Es handelt sich um eine Schmierinfektion über verunreinigte Gegenstände, rohe Lebensmittel oder Getränke. Die Erkrankung zeichnet sich durch eine Inkubationszeit von 6-50h und einem plötzlichen Erkrankungsbeginn aus. Innerhalb weniger Stunden entwickeln sich die Symptome Übelkeit, Erbrechen, Diarrhoe, Fieber, Kopf- und Gliederschmerzen. Kommt es zu einem zunehmenden Flüssigkeits- und Elektrolytverlust können zusätzlich Schwindel und orthostatische Beschwerden hinzukommen. Ein spontanes Abklingen der Symptome ist nach 1-2 Tagen zu erwarten. Die entsprechenden medizinischen Maßnahmen, die schon im Verdachtsfall einzuleiten sind, umfassen die Isolation des Betroffenen im Zimmer mit eigenem WC, die Unterweisung und konsequente Umsetzung der Händehygiene mit

Desinfektion. Bei kreislaufinstabilen Patienten mit Verlust großer Flüssigkeits- und Elektrolytmengen muss die Infusionstherapie zur Kompensation eingeleitet werden. Eine medizinische Betreuung darf nur unter entsprechendem Eigenschutz mit Handschuhpflicht, Tragen von Schutzkitteln und ggf. Atemmasken erfolgen. Alle patientennahen Kontaktflächen müssen mit einem geeigneten Desinfektionsmittel wischdesinfiziert werden. Bett-/ und Leibwäsche müssen in geschlossenen Wäschesäcken transportiert und bei mind. 60°C gewaschen werden [13].

Influenzavirus

Beim Influenzavirus handelt es sich um ein hochkontagiöses Virus, das das klinische Krankheitsbild der „echten Grippe“ verursacht [14]. Besondere Risikogruppen stellen auch hier Kinder unter 5 sowie Senioren über 70 Jahren dar. Wesentliche präventive Maßnahme ist die jährlich durchzuführende Gripeschutzimpfung. Infektionswege des Influenzavirus sind aerogene Tröpfcheninfektion bzw. verunreinigte Gegenstände. Die Erkrankung zeichnet sich durch eine Inkubationszeit von 24-72h und einem plötzlichen Erkrankungsbeginn aus. Innerhalb weniger Stunden entwickeln sich Symptome wie Krankheitsgefühl, Husten, Fieber, Kopf- und Gliederschmerzen. Eine mögliche Komplikation ist die bakterielle Superinfektion mit der Entwicklung einer lebensbedrohlichen Pneumonie. Ein spontanes Abklingen der Symptome ist nach 5-7 Tagen zu erwarten. Die entsprechenden medizinischen Maßnahmen, die schon im Verdachtsfall einzuleiten sind, umfassen die räumliche Trennung zu Gesunden sowie die Unterweisung und konsequente Umsetzung der Händehygiene mit Desinfektion [15]. Weiterhin ist das Bedecken von Mund und Nase beim Husten wichtig. Eine prä- und postexpositionelle antivirale Therapie kann erwogen werden. Eine medizinische Betreuung sollte nur unter entsprechendem Eigenschutz mit Handschuhpflicht, Tragen von Schutzkitteln und ggf. Atemschutz erfolgen. Alle patientennahen Kontaktflächen müssen mit einem geeigneten Desinfektionsmittel wischdesinfiziert werden. Bett-/ und Leibwäsche müssen in geschlossenen Wäschesäcken transportiert und bei mind. 60°C gewaschen werden.

Masernvirus

Beim Masernvirus handelt es sich um ein hochkontagiöses Virus, das an Land insbesondere Kinder betrifft [16]. Besondere Risikogruppen stellen aufgrund eines

häufig eingeschränkten Immunsystems Kinder unter 5 Jahre sowie Senioren über 70 Jahren dar. Die Ausscheidung des Virus und damit eine mögliche Kontaminationsmöglichkeit erfolgt über die Atemwege oder seltener über die Bindehaut des Auges. Es handelt sich um eine Tröpfcheninfektion durch direkten Kontakt. Wesentliche präventive Maßnahme ist die durchzuführende Schutzimpfung. Die Erkrankung zeichnet sich durch eine Inkubationszeit von etwa 10-14d und initialen „Prodromalstadium“ mit Entzündung der Atemwege und Krankheitsgefühl aus. Danach geht die Erkrankung in das „Exanthemstadium“ über. Die Symptome umfassen hohes Fieber, Kopf- und Gliederschmerzen sowie schweres Krankheitsgefühl. Komplikationen sind häufig (Masernpneumonie, Masernenzephalitis, Keratitis, Appendizitis etc.). Die Letalität ist mit 1:1000 hoch. Die entsprechenden medizinischen Maßnahmen, die schon im Verdachtsfall einzuleiten sind umfassen die Isolation des Betroffenen im Zimmer, die Unterweisung und konsequente Umsetzung der Händehygiene mit Desinfektion. Bei kreislaufinstabilen Patienten mit Verlust großer Flüssigkeits- und Elektrolytmengen muss die Infusionstherapie zur Kompensation eingeleitet werden. Darüber hinaus kann eine Antibiotikagabe bei bakteriellen Komplikationen erforderlich sein. Eine medizinische Betreuung darf nur unter entsprechendem Eigenschutz mit Handschuhpflicht, Tragen von Schutzkitteln und ggf. Atemmasken erfolgen.

3 Methode

Im Folgenden wird das methodische Vorgehen der Generierung der Musterpatienten dargestellt. Wichtig ist hierbei die Unterscheidung zwischen Primärfaktoren (bzw. –variablen) und Sekundärfaktoren (bzw. –variablen). Während die Primärfaktoren zur Generierung der Grundtypen von Musterpatienten herangezogen werden, dienen die Sekundärfaktoren zur genaueren Darstellung dieser Musterpatienten.

3.1 Faktoren und Variablen

Um die medizinische Realität eines Massenanfalls von Patienten auf See abzubilden, wurde ein Modell geschaffen. Dieses Modell simuliert durch eine begrenzte Anzahl von Parametern die als relevant eingestuften medizinischen Aspekte. Der Detailgrad der Darstellung (Simulationstiefe) der erstellten Musterpatienten kann durch Heranziehen weiterer Faktoren und Variablen (theoretisch beliebig) erhöht werden. Zunächst wurde in Zusammenarbeit mit den Projektpartnern ISV und ukb ein Grundstock an Parametern erstellt. Tabelle 1 gibt einen Überblick über alle bislang gesammelten Faktoren, Tabelle 2 über die Variablen. Da diese je nach Anwendung auch szenarioübergreifend zur Anwendung kommen können, wird auf eine Unterscheidung nach „Brand“, „Kollision“ und „Infektion“ verzichtet. Stattdessen wurden die Variablen nach thematischen Oberbegriffen (Allgemeine Angaben, Medizinische Parameter, Psychologische Aspekte) unterteilt. Ebenfalls möglich ist die mehrfache Nutzung einzelner Variablen zur Abbildung verschiedener Faktoren (z.B. Zeitpunkte).

Faktoren
Basisdaten
Verletzungsmuster
Zeitpunkt 1: Erste Sichtung
Zeitpunkt 2a: Transport (mit Behandlung)
Zeitpunkt 2b Transport (keine Behandlung)
Zeitpunkt 3 (48h nach Schadensereignis)

Tabelle 1 Gesamtübersicht Faktoren

Oberbegriff	Variablen
Allgemeine Angaben	Name
	Alter
	Geschlecht
	Nationalität
	Religion
	Schwimmer
	Gruppe (Passagier vs. Crew)
	Sprache 1 / 2
	Körperliche Beeinträchtigung Mobilität
	Exakte Position auf dem Schiff
	Alleine reisend
Medizinische Parameter	Verbrannte Körperoberfläche
	AIS 1-6
	RISC
	Pulsqualität
	Schockindex
	Glasgow Coma Scale
	Schmerz
	ASA
	Verbrennungsgrad
	ISS
	Blutdruck Systole/Diastole
	Puls
	Atemfrequenz
	Neurologie
	Rekapilarisierung
Behandlungsschritte	

	Transportpriorität
	Selbständig gehfähig?
	Med. Begleitung notwendig?
	Monitoring zwingend notwendig?
	Infektionsrisiko
	Hautfaltenrückbildung (Dehydratation)
	Körpertemperatur
	Flüssigkeitsbedarf
	Unterkühlung (Körpertemperatur)
Psychologische Aspekte	Generelle Informiertheit über die Situation
	Anweisungs-compliant?
	Individuelle Informiertheit über die Situation
	Hilfsbereitschaft
	Panikneigung
	Verhaltensauffälligkeiten

Tabelle 2: Gesamtübersicht Variablen

3.2 Datengenerierung Musterpatienten

Die Erstellung der Daten der Musterpatienten erfolgte in drei Schritten in einer Microsoft Excel-Tabelle. Zuerst wurden einzelne relevante Primärfaktoren für z.B. das Brandszenario festgelegt (Alter, Verletzungsmuster). Im zweiten Schritt wurden diese Faktoren durch ausgewählte Primärvariablen beschrieben. Im letzten Schritt wurden die verschiedenen Musterpatienten durch Kombination ausgewählter Ausprägungen der Permutationsvariablen erstellt. Abbildung 2 skizziert das Vorgehen am Beispiel eines einzelnen Grundtypes. In der Abbildung werden nicht alle Kombinationen dargestellt, der nächste Abschnitt 3.1.1 gibt einen Überblick über die verwendeten Faktoren, Variablen und Ausprägungen.

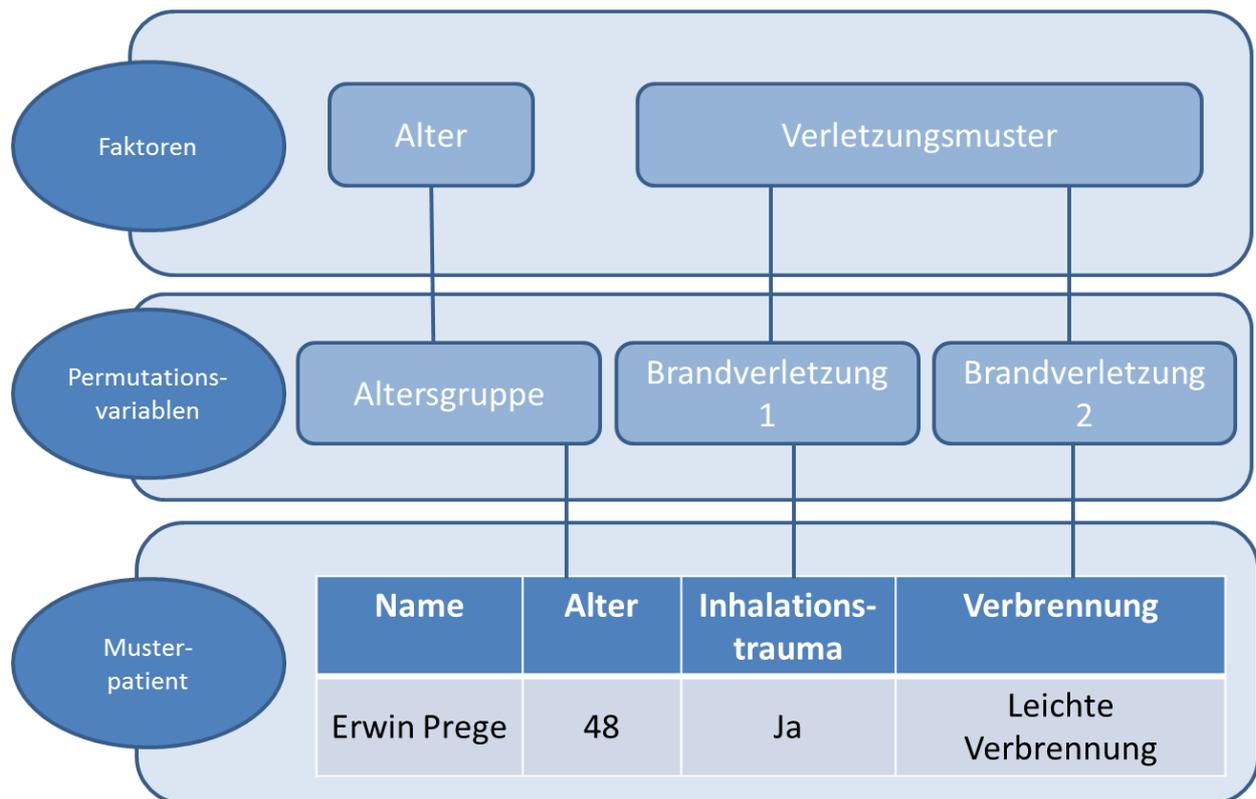


Abbildung 2: Grobschema Generierung Musterpatienten Szenario „Brand“

3.2.1 Auswahl der Primärfaktoren und Permutation

Die Tabellen 3 bis 5 geben einen Überblick über die für die Permutation herangezogenen Faktoren, Variablen und Ausprägungen für die drei Szenarien. Grundsätzlich wurden alle Ausprägungen miteinander kombiniert. So werden z.B. für das Brandszenario 4 (Altersgruppe) x 2 (Brandverletzung 1) x 3 (Brandverletzung 2) x 3 (Vitalwerte) also insgesamt 72 Grundtypen erstellt. Später wurden einzelne, medizinisch nicht plausible Fälle ausgeschlossen (siehe Kapitel 4 Ergebnisse).

Szenario	Faktor	Variable	Ausprägungen
Brand	Alter	Altersgruppe	Kleinkind (1-5 Jahre)
			Schulkind (6-17 Jahre)
			Erwachsener (18-60 Jahre)
			Senior (>60 Jahre)
	Verletzungsmuster	Brandverletzung 1	Rauchgasinhalation
			Rauchgasintoxikation
		Brandverletzung 2	Keine Verbrennung
			Leichte Verbrennungen
			Schwere Verbrennungen
		Vitalwerte	Kein Schock
			grenzwertig
			Schock

Tabelle 3: Szenario „Brand“: Permutationsfaktoren, -variablen und –ausprägungen

Szenario	Faktor	Variable	Ausprägungen
Kollision	Alter	Altersgruppe	Kleinkind (1-5 Jahre)
			Schulkind (6-17 Jahre)
			Erwachsener (18-60 Jahre)
			Senior (>60 Jahre)
	Verletzungsmuster	Trauma 1	Einfache Verletzung
			Mehrfachverletzung
		Trauma 2 (Nur Einfache Verletzungen)	Stumpf
			Penetrierend
		Körperregion (Nur Einfache Verletzungen)	Extremitäten
			Stamm
			Kopf
		Vitalwerte (Nur Einzelverletzungen)	Kein Schock
			grenzwertig
			Schock
		Injury Severity Score ISS (Nur Mehrfachverletzungen)	<16
			≥16

Tabelle 4: Szenario „Kollision“: Permutationsfaktoren, -variablen und –ausprägungen

Szenario	Faktor	Variable	Ausprägungen
Infektion	Alter	Altersgruppe	Kleinkind (1-5 Jahre)
			Schulkind (6-17 Jahre)
			Erwachsener (18-60 Jahre)
			Senior (>60 Jahre)
	Infektion	Keim	Norovirus
			Influenza
			Masern
		Therapie 1	Isolation JA
			Isolation NEIN
			Therapie 2
Behandlung Hospital			

Tabelle 5: Szenario „Infektion“: Permutationsfaktoren, -variablen und –ausprägungen

3.2.2 Erstellung spezifische Patientengruppen

Um die Musterpatienten für Forschungszwecke (z.B. Optimierung des Patiententransportes durch Software, Materialmanagement) zu nutzen, müssen anwendungsbezogene, spezifische Patientengruppen erstellt werden. Exemplarisch wurde dies für das Brandszenario 1 umgesetzt. Es sei angenommen, dass die Triagierungsergebnisse nach der ersten Sichtung für ein Planspiel verwendet werden sollen.

Im Folgenden wird das Vorgehen in drei Schritte unterteilt: Szenariooperationalisierung, Gruppenerstellung und Auswahl Sekundärfaktoren und -variablen.

1. Szenariooperationalisierung

Zur Generierung der spezifischen Patientengruppe für das Brandzenario 1 wurden die für das gewählte Szenario angegebene Patientenzahl auf die Altersgruppen Kleinkinder, Schulkinder, Erwachsene und Senioren aufgeteilt. Grundannahme hierbei war, dass auf der „MS Unglück“ hauptsächlich Erwachsene, wenig Familien und einige Senioren reisen. Da in dem Szenario das Feuer auf dem LKW-Deck und damit lokal begrenzt und abgetrennt vom Aufenthaltsbereich der Passagiere ausbricht, wurden primär Rauchgasinhalationen und nur wenige, leichte Verbrennungen angesetzt.

2. Gruppenerstellung

Die Vorannahmen aus dem ersten Schritt wurden in Patientenzahlen für die einzelnen Grundtypen überführt. Tabelle 6 gibt hierzu einen Überblick.

3. Auswahl Sekundärfaktoren und -variablen

Als relevante Parameter für ein Planspiel zur Transport- und Behandlungsplanung der Patienten im Brandszenario 1 wurden die Variablen „selbständig gehfähig“ und „START-Triage“ für den Zeitpunkt der ersten Sichtung nachkodiert.

Brandverletzung 1	N	Brandverletzung 2	Vitalwerte	Anzahl Kleinkinder (1-5 Jahre)	Anzahl Schulkinder (6-17 Jahre)	Anzahl Erwachsene (18-60 Jahre)	Anzahl Senioren (>60 Jahre)
Rauchgasinhalation	119	keine Verbrennung	grenzwertig	1	1	3	2
			kein Schock	4	5	75	24
		leichte Verbrennung	grenzwertig	0	0	2	2
			kein Schock	0	0	0	0
		schwere Verbrennung	Schock	0	0	0	0
			grenzwertig	0	0	0	0
Rauchgasintoxikation	31	keine Verbrennung	Schock	0	0	0	1
			grenzwertig	1	1	1	0
			kein Schock	1	1	22	1
		leichte Verbrennung	Schock	0	0	0	0
			grenzwertig	0	0	1	0
		schwere Verbrennung	Schock	0	0	1	0
		Summe				7	8
							gesamt 150

Tabelle 6: Gruppenerstellung der Musterpatienten im Szenario Brand 1

4 Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Generierung der Musterpatienten für die drei Schadenslagen einzeln dargestellt.

4.1 Musterpatienten Szenario „Brand“

Insgesamt resultierten aus der Permutation 72 Grundtypen von Patienten. Hiervon wurden 24 medizinisch nicht plausible Fälle ausgeschlossen. So wurde zum Beispiel festgelegt, dass ein Patient mit einer Rauchgasinhalation und keiner Verbrennung keinen Schock haben wird (linker roter Kasten, siehe Abbildung 3).

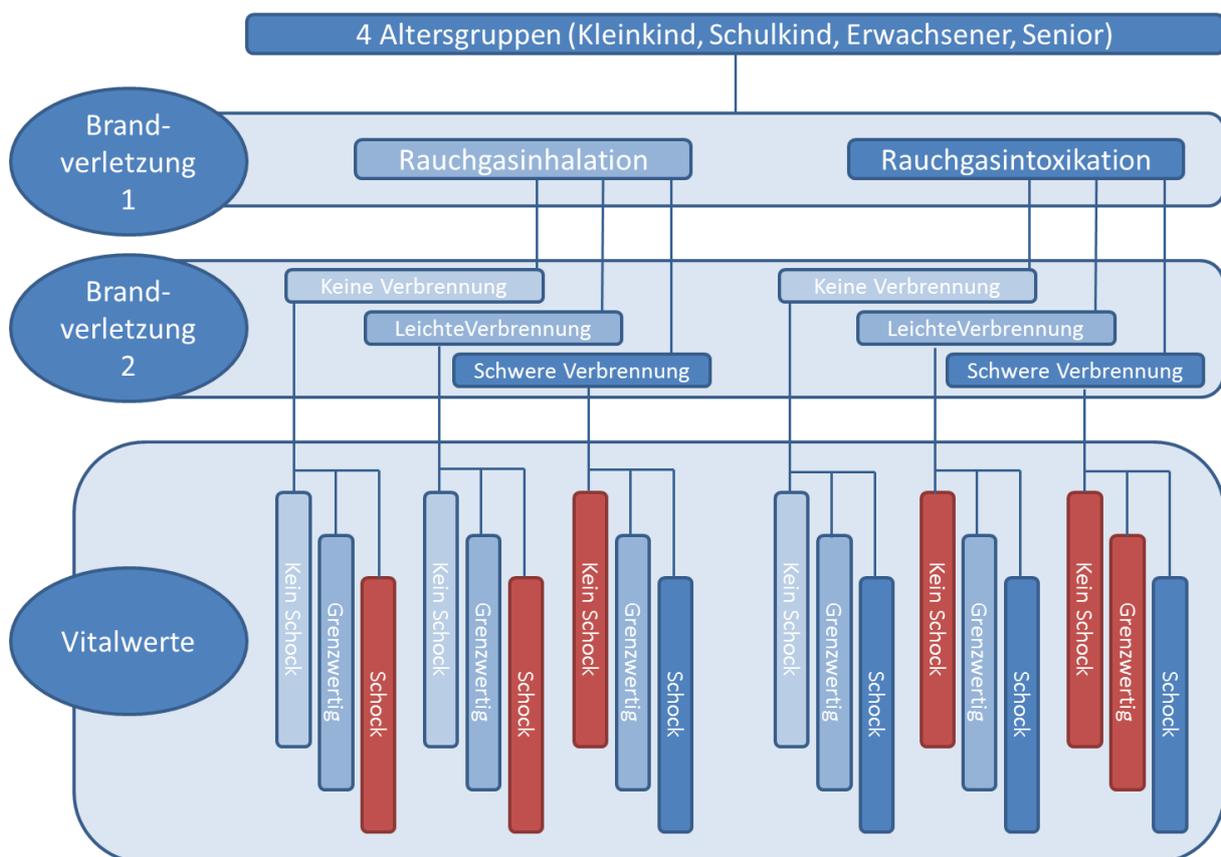


Abbildung 3: Musterpatienten und Ausschluss (rot) für das Szenario „Brand“

4.1.1 Spezifische Patientengruppe Brandszenario 1

Es wurden 150 Musterpatienten generiert (siehe Methode S. 20-21). Die resultierende Spezifische Patientengruppe „SPG_BRAND_1“ kann insgesamt als eher leicht verletzt beschrieben werden (Abbildung 4). Vermutlich würden hier logistische Problemstellungen die medizinischen in den Hintergrund drängen. Mit einem mittleren Alter von 32 Jahren und nur 2 rot triagierten Patienten würde für ein Planspiel z.B. die Patientenlagerung sowie die Beschaffung und Verteilung des medizinischen Sauerstoffes eine zentrale Rolle spielen. Sollten bei dem Planspiel verschiedene Einsatzstrategien verglichen werden, müssten weitere Datenpunkte kodiert werden (z.B. Zeitpunkt 2 „mit Behandlung“ und „ohne Behandlung“).

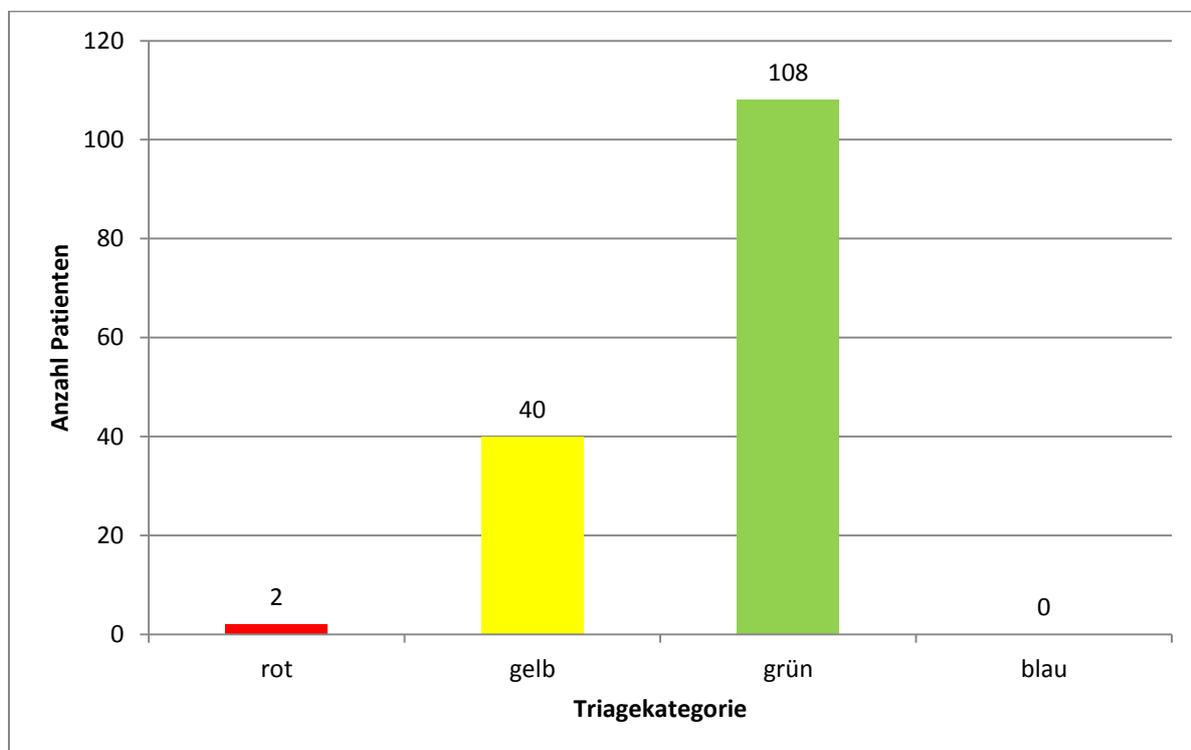


Abbildung 4: Triagierung Spezifische Patientengruppe SPG_BRAND_1

4.2 Musterpatienten Szenario „Kollision“

4.2.1 Einzelverletzung

Für die Einzelverletzungen resultierten aus der Permutation der Faktoren 72 Grundtypen von Patienten. Es wurden 12 medizinisch nicht plausible Fälle ausgeschlossen, siehe Abbildung 5.

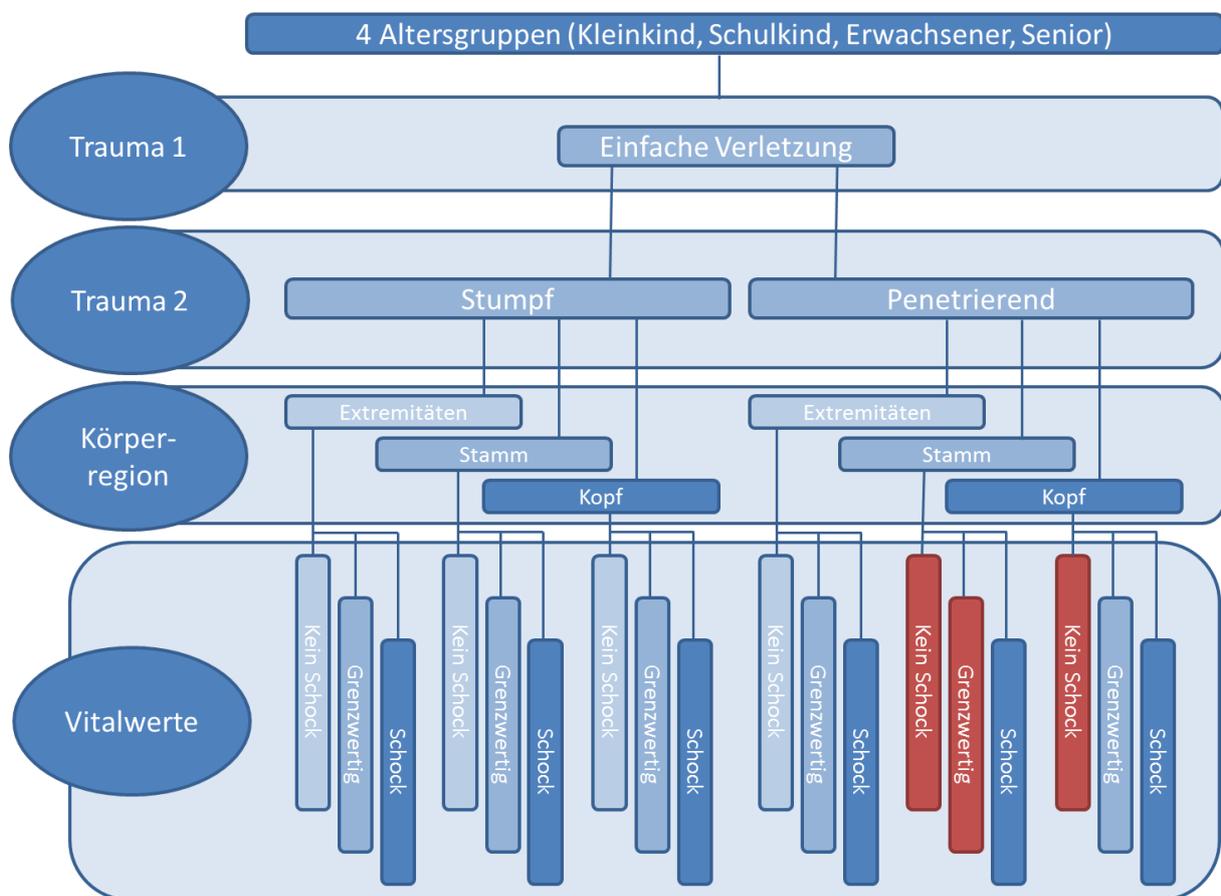


Abbildung 5: Musterpatienten Einzelverletzungen und Ausschluss (rot) für das Szenario „Kollision“

4.2.2 Mehrfachverletzungen

Für die Mehrfachverletzungen resultierten 8 Grundtypen von Patienten.

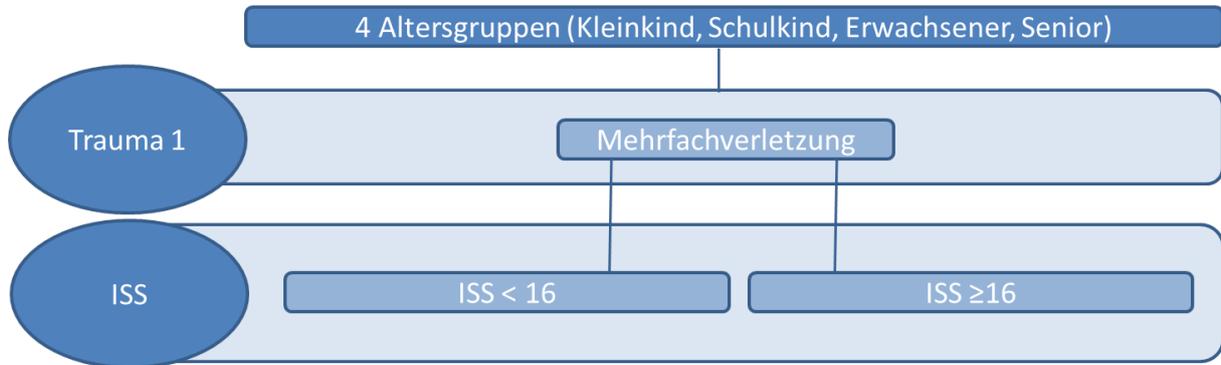


Abbildung 6: Musterpatienten Mehrfachverletzungen

4.3 Musterpatienten Szenario „Infektion“

Insgesamt resultierten aus der Permutation 48 Grundtypen von Patienten. Hiervon wurden 12 medizinisch nicht plausible Fälle ausgeschlossen, siehe Abb. 6.

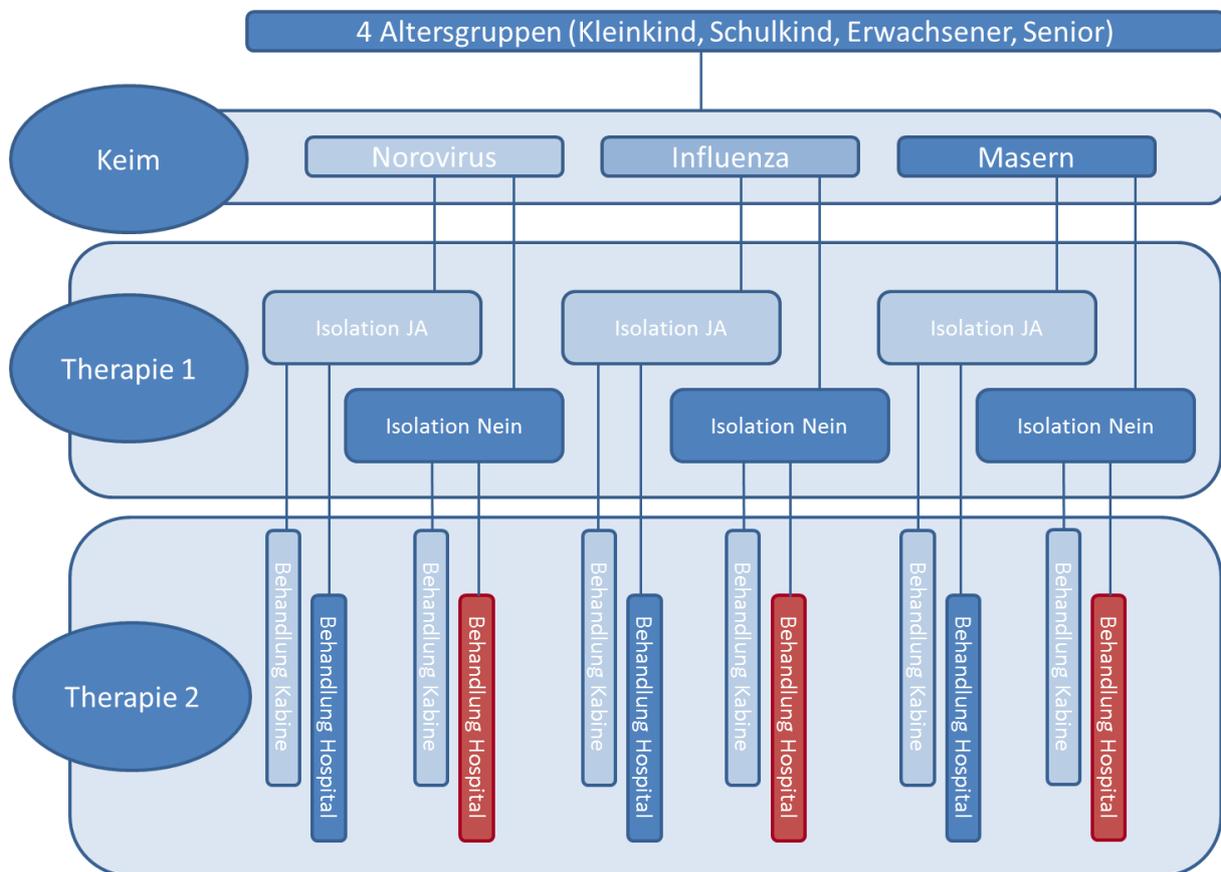


Abbildung 7: Musterpatienten und Ausschluss (rot) für das Szenario „Infektion“

5 Diskussion

Das vorgestellte Grundkonzept ist durch seinen modularen Aufbau in allen Schritten inhaltlich erweiter- und anpassbar. So können ohne großen Aufwand bestehende Faktoren detailreicher gestaltet werden bzw. neue Faktoren (und neue Variablen) aufgenommen werden. Es sind auch nicht-medizinische Faktoren integrierbar, solange diese für die einzelnen Patienten darstellbar sind (z.B. Informationsstatus über die Situation, räumliche Position, Kleidung usw.). Solange hierbei die drei Schadensszenarien beibehalten werden, kann auf die Musterpatienten zurückgegriffen werden. Zusätzlicher Aufwand entsteht „nur“ durch die möglichst plausible Erstellung der zusätzlichen Datenpunkte.

Sollten jedoch die Szenarien (und damit die Verletzungsmuster) grundlegend variiert werden, müsste der gesamte Prozess der Ableitung der Daten neu durchlaufen werden.

Zusätzlich sind die vorgestellten Musterpatienten über den dargestellten Prozess der Ziehung der Speziellen Patientengruppen beliebig skalierbar. Es macht wenig Aufwand viele „Einzelstichproben“ (z.B. für wiederholte Triagierungsübungen) oder sehr große Patientengruppen zu generieren. Einen weiteren Vorteil stellen hierbei die minimalen technischen Voraussetzung (Microsoft Excel) dar. Dieser Vorteil zeigt aber auch die zentrale Limitation des vorgestellten Konzeptes auf. Die Abbildung (medizinisch relevanter) stetiger Variablen (z.B. Blut-/Flüssigkeitsverlust, Puls, Gehfähigkeit, Triagierung) erfolgt durch eine gestufte Operationalisierung in einzelne Faktoren. Eine stetige Operationalisierung würde aber die Definition von in Formeln abbildbaren funktionalen Zusammenhängen (z.B. Blutdruck zu Atemfrequenz) notwendig machen. Diese Formeln wären dann in einer speziellen Softwareumgebung als „digitale Musterpatienten“ zu simulieren. Bislang ist eine solche „echtzeitbasierte“ Simulation weder inhaltlich noch technisch vorgesehen. Dadurch wird der Anwendbarkeit beschränkt, da nur bestimmte „Einzelzeitpunkte“ betrachtbar sind.

6 Fazit

Die Nutzbarkeit der vorgestellten Musterpatienten wird zentral von der Integration in die einzelne wissenschaftlich-technische Fragestellung beeinflusst. Solange diese Fragestellung diskret darstellbare Einzelereignisse, -situation oder -patienten untersucht, sind die vorliegenden Tabellen unproblematisch einzubinden. So ist z.B. eine „Bemusterung“ einer Triagierungsübung zur Evaluation verschiedener Trainingskonzepte schnell bewerkstelligt.

Soll hingegen der dynamische Bedarf an z.B. medizinischem Sauerstoff auf dem Schiff in Abhängigkeit von unterschiedlichen Transportpriorisierungskonzepten untersucht werden, müssen neue Variablen eingeführt werden.

Damit wird der Nutzwert der vorgestellten Methode von der Definition der Outcomevariablen im spezifischen Anwendungsfall bestimmt.

7 Literatur

1. Castan, J., et al., *[Mass maritime casualty incidents in German waters: structures and resources]*. *Anaesthesist*, 2012. 61(7): p. 618-24.
2. Glassberg, E., et al., *A dynamic mass casualty incident at sea: lessons learned from the Mavi Marmara*. *J Trauma Acute Care Surg*, 2013. 75(2): p. 292-7.
3. Alarie, Y., *Toxicity of fire smoke*. *Crit Rev Toxicol*, 2002. 32(4): p. 259-89.
4. Lawson-Smith, P., E.C. Jansen, and O. Hyldegaard, *Cyanide intoxication as part of smoke inhalation--a review on diagnosis and treatment from the emergency perspective*. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*, 2011. 19: p. 14.
5. Toon, M.H., et al., *Management of acute smoke inhalation injury*. *Crit Care Resusc*, 2010. 12(1): p. 53-61.
6. Hossfeld, B., et al., *[Primary treatment of penetrating injuries. Part 1: blast trauma]*. *Anaesthesist*, 2014. 63(5): p. 439-50.
7. *Advanced Trauma Life Support (ATLS) Student Manual with DVD (residents, Medical Students)*. 2008: American College of Surgeons.
8. Baker, S.P. and B. O'Neill, *The injury severity score: an update*. *J Trauma*, 1976. 16(11): p. 882-5.
9. Wang, X., et al., *An outbreak of multiple norovirus strains on a cruise ship in China, 2014*. *J Appl Microbiol*, 2015.
10. Bert, F., et al., *Norovirus outbreaks on commercial cruise ships: a systematic review and new targets for the public health agenda*. *Food Environ Virol*, 2014. 6(2): p. 67-74.
11. Wikswo, M.E., et al., *Disease transmission and passenger behaviors during a high morbidity Norovirus outbreak on a cruise ship, January 2009*. *Clin Infect Dis*, 2011. 52(9): p. 1116-22.
12. Carling, P.C., L.A. Bruno-Murtha, and J.K. Griffiths, *Cruise ship environmental hygiene and the risk of norovirus infection outbreaks: an objective assessment of 56 vessels over 3 years*. *Clin Infect Dis*, 2009. 49(9): p. 1312-7.
13. Dahl, E., *Norovirus challenges aboard cruise ships*. *Int Marit Health*, 2006. 57(1-4): p. 230-4.
14. Millman, A.J., et al., *Influenza Outbreaks Among Passengers and Crew on Two Cruise Ships: A Recent Account of Preparedness and Response to an Ever-Present Challenge*. *J Travel Med*, 2015. 22(5): p. 306-11.

15. Mouchtouri, V., et al., *Preparedness for the prevention and control of influenza outbreaks on passenger ships in the EU: the SHIPSAN TRAINET project communication*. Euro Surveill, 2009. 14(21).
16. Mitruka, K., et al., *Measles, rubella, and varicella among the crew of a cruise ship sailing from Florida, United States, 2006*. J Travel Med, 2012. 19(4): p. 233-7.