

# Evaluation von scorebasierten Ansätzen für die *Ex-post*-Triage auf Intensivstationen während der COVID-19-Pandemie: eine simulationsbasierte Analyse

Christina C. Bartenschlager<sup>1</sup> · Jens O. Brunner<sup>1</sup> · Axel R. Heller<sup>2,3</sup> 

<sup>1</sup> Health Care Operations/Health Information Management, Wirtschaftswissenschaftliche und Medizinische Fakultät, Universität Augsburg, Augsburg, Deutschland

<sup>2</sup> Klinik für Anaesthesie und Operative Intensivmedizin, Medizinische Fakultät, Universitätsklinikum Augsburg, Universität Augsburg, Augsburg, Deutschland

<sup>3</sup> Zweckverband für Rettungsdienst und Feuerwehralarmierung Augsburg, Augsburg, Deutschland

## Einleitung

Nach dem Urteil des Bundesverfassungsgerichts zur Vermeidung der Diskriminierung von Menschen mit Behinderungen bei Triageentscheidungen hat der Gesetzgeber die Aufgabe, nun Klarheit zu schaffen [1]. Den Beschwerdeführern ist die gemeinsame Empfehlung der Fachgesellschaften [2] zur Umsetzung der *Ex-post*-Triage in deutschen Krankenhäusern nicht konkret genug [3].

Am Universitätsklinikum Augsburg (UKA) wurden in den ersten vier Pandemiewellen insgesamt 3006 Patienten mit SARS-CoV-2-Erkrankung behandelt, da-

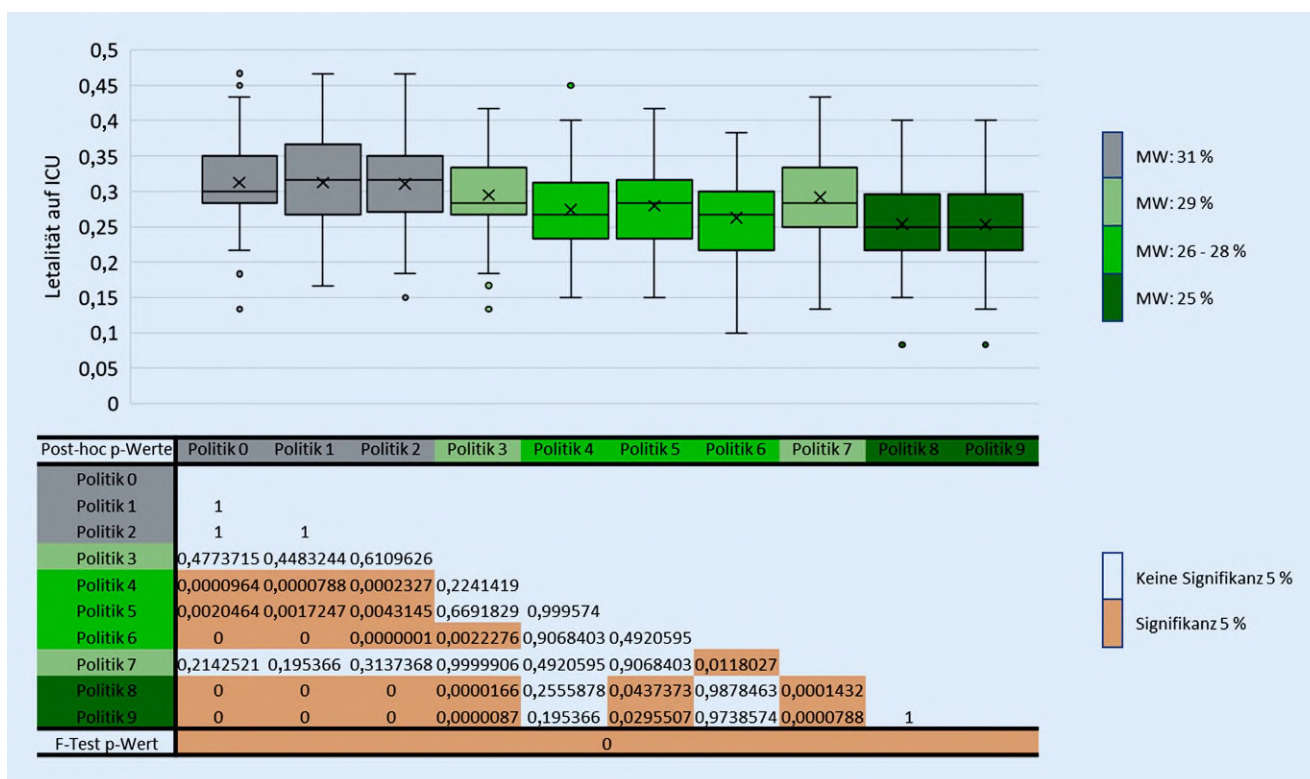
von 1005 Patienten auf Intensivstationen (ICU). Durch den Ärztlichen Leiter Krankenhauskoordination (ÄLKK) in Augsburg [4] wurden zur Vermeidung einer *Ex-post*-Triage in den 16 unterstellten Krankenhäusern in diesem Zeitraum insgesamt 466 Intensivpatientenverlegungen koordiniert, davon 12 mit der Luftwaffe [5]. Am 25.11.2021 und 08.12.2021 war die allzeitige Höchstbelegung mit 70 SARS-CoV-2-Patienten auf den Intensivstationen im Zuständigkeitsbereich des ÄLKK Augsburg erreicht, mit nur noch einem freien SARS-CoV-2-Intensivbett für 918.000 Einwohner.

In der juristisch-ethischen Diskussion um die aktuell abseits eines First-

Die Online-Version dieses Beitrags (<https://doi.org/10.1007/s10049-022-01035-7>) enthält eine Rechtfertigungshilfe für eine in Deutschland als rechtswidrige Tötung (nach § 212 StGB) strafbewehrte *Ex-post*-Triage.

Tab. 1 Beschreibung der 10 untersuchten <i>Ex-post</i> -Triage-Politiken	
ID	Beschreibung der <i>Ex-post</i> -Triage-Politik
0	Keine <i>Ex-post</i> -Triage
1	Zufällige <i>Ex-post</i> -Triage
2	First-come-first-served(FCFS)- <i>Ex-post</i> -Triage
3	Altersbasierte <i>Ex-post</i> -Triage
4	SAPS II-Score-basierte <i>Ex-post</i> -Triage
5	TISS-Score-basierte <i>Ex-post</i> -Triage
6	Anzahl-Nebendiagnosen-basierte <i>Ex-post</i> -Triage
7	ICU-Verweildauer(ICU-LOS)-basierte <i>Ex-post</i> -Triage
8	Adaptierte UKA-Score-basierte [6] <i>Ex-post</i> -Triage unter Berücksichtigung des SAPS II-Scores und der Anzahl der Nebendiagnosen
9	Adaptierte UKA-Score-basierte [6] <i>Ex-post</i> -Triage unter Berücksichtigung des SAPS II-Scores, der Anzahl der Nebendiagnosen und des Alters

*FCFS* „first come first served“, *SAPS II* Simplified Acute Physiology Score II, *TISS* Therapeutic Intervention Scoring System, *ICU-LOS* Intensivverweildauer, *UKA* Universitätsklinikum Augsburg



**Abb. 1** ▲ Verteilung der Letalität auf ICU für die 10 definierten *Ex-post*-Triage-Politiken (MW Mittelwert) sowie p-Werte des F-Tests und der paarweisen Post-hoc-Vergleiche der Politiken auf einem 5%-Signifikanzniveau

come-first-served (FCFS)- oder Zufallsprinzips strafbare *Ex-post*-Triage [3] liegen bislang keine empirischen Nützlichkeitsnachweise vor, ob eine *Ex-post*-Triage Menschenleben retten kann und worin sich unterschiedliche Triagepolitiken unterscheiden. Eine Simulationsbetrachtung zum Zeitpunkt 01.12.2021 wird nachfolgend für das UKA hierzu vorgelegt.

### Material und Methoden

Am 01.12.2021 war mit 34 SARS-CoV-2-Intensivpatienten die lokale Höchstbelegung am UKA erreicht, weitere 26 Intensivbetten waren mit sonstigen Notfallpatienten belegt. Diese Maximalbelegung der Intensivstation am UKA zum 01.12.2021 mit 60 Patienten sowie die ersten 20 nachrückenden Patienten auf die Intensivstation stellten die Grundlage für die Simulationsstudie dar. Per Patient lagen dabei folgende Merkmale vor: Alter, SAPS-Score, TISS-Score, „length of stay“ auf der Intensivstation, Hauptdiagnose, Nebendiagnose sowie der Entlassgrund, i.e. entlassen oder verstorben.

Ziel der Simulationsstudie war die Quantifizierung der Letalität auf ICU für insgesamt 10 verschiedene *Ex-post*-Triage-Politiken (siehe Tab. 1). Unter anderem lag etwa ein lokales *Ex-post*-Triage-Konzept (UKA-Score, siehe ID 8 und ID 9 in Tab. 1 und Flowchart als elektronisches Zusatzmaterial) in Umsetzung von [2] seit der ersten Pandemiewelle aktualisiert vor [6]. *Ex-post*-Triage ist dabei definiert als die Triage von Bestands- sowie prospektiven Intensivpatienten bei vollständiger Auslastung der Intensivressourcen (siehe Box am Anfang des Beitrags).

Mithilfe einer Monte-Carlo-Simulationstechnik wurden 100 verschiedene Belegungen der ICU mit 60 Patienten sowie jeweils eine Warteschlange 10 nachrückender Patienten durch zufälliges Ziehen aus dem Datensatz mit Zurücklegen erzeugt. Unter der Annahme, dass aus praktischen Gründen eine *Ex-post*-Triage von maximal 6 Patienten (10% der Bestandsbetten) durchführbar ist, wurden für jedes der 100 Szenarien die Letalitätsraten auf der Intensivstation per Triagepolitik berechnet. Die Verteilung der Letalitätsraten per *Ex-post*-Triage-Politik wurden in

Boxplots visualisiert sowie Signifikanztests zum paarweisen Vergleich der *Ex-post*-Triage-Politiken durchgeführt.

### Ergebnisse

Ohne die Durchführung einer *Ex-post*-Triage (Politik 0) lag die Letalität auf der Intensivstation bei durchschnittlich 31% über alle 100 Simulationsläufe. Die zufällige sowie die FCFS-*Ex-post*-Triage (Politik 1 bzw. 2) erzielte im Modell eine ähnliche Performanz bzgl. der durchschnittlichen Letalität auf der Intensivstation. Die altersbasierte sowie die ICU-LOS-basierte *Ex-post*-Triage führten zu einer mittleren Letalität auf der Intensivstation von etwa 29%. TISS-Score-basierte, SAPS-Score-basierte und Anzahl-Nebendiagnosen-basierte *Ex-post*-Triage führten zu mittleren Letalitätsraten auf der Intensivstation von 28%, 27% bzw. 26%. Mit 25% lagen die mittleren Letalitätsraten auf ICU bei den UKA-Score-basierten Ansätzen (Politiken 8 und 9) am niedrigsten und im Modell 6 Prozentpunkte unter denen der Politik 0, i.e. keine *Ex-post*-Triage (siehe Abb. 1). Zufällige, FCFS-, alters- oder ICU-LOS-ba-

sierte *Ex-post*-Triage unterschieden sich, anders als SAPS-, TISS-, Nebendiagnosen- und UKA-Score-basierte *Ex-post*-Triage, im Modell ferner nicht signifikant von dieser Politik 0.

Eine Validierung der Ergebnisse mit allen UKA-Intensivpatienten der 4. Coronawelle in Deutschland, umfangreiche Sensitivitätsanalysen sowie eine Untersuchung konsekutiver *Ex-post*-Triage-Zeitpunkte liegen ebenfalls vor und bestätigen die hier vorliegenden Daten.

## Diskussion

Die Ergebnisse der Simulationsanalyse zeigen, dass durch geeignete *Ex-post*-Triage-Politiken die Letalität auf ICU signifikant um bis zu 6 Prozentpunkte verringert werden kann. Dabei erscheinen scorebasierte Ansätze im Allgemeinen besser geeignet zu sein als zufällige, LOS-basierte oder FCFS-Politiken [3]. Im Modell erzielt der lokale *Ex-post*-Triage-Ansatz des Universitätsklinikums Augsburg die niedrigsten Letalitätsraten auf der Intensivstation.

## Limitationen

Da lediglich der SAPS-Score und nicht der SOFA-Score, wie in [6] definiert, vorlag, wurden die Definitionen der Punktwerte des UKA-Scores entsprechend den Maximalwerten der Scores adaptiert. Die Ergebnisse in unserem retrospektiven Design basieren auf einem Datensatz mit 80 Intensivpatienten.

## Schlussfolgerung

Diese Daten zeigen erstmals, dass eine geeignete *Ex-post*-Triage-Politik dazu dienen kann, die Letalität auf den Intensivstationen bei Ressourcenknappheit zu senken. Die Autoren wünschen sich, dass diese Ergebnisse helfen, die Chancen einer *Ex-post*-Triage im Sinne einer höheren Überlebenswahrscheinlichkeit im aktuellen Gesetzgebungsverfahren objektiver zu bewerten und die gesamtgesellschaftliche Diskussion in der Sache zu unterstützen.

## Korrespondenzadresse

### Prof. Dr. Axel R. Heller

Klinik für Anaesthesie und Operative Intensivmedizin, Medizinische Fakultät, Universitätsklinikum Augsburg, Universität Augsburg  
Stenglinstr. 2, 86156 Augsburg, Deutschland  
axel.heller@uni-a.de

## Einhaltung ethischer Richtlinien

**Interessenkonflikt.** C.C. Bartenschlager, J.O. Brunner und A.R. Heller geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Die Analyse der anonymisierten Belegungsdaten wurde im Rahmen der allgemeinen Gefahrenabwehr und zur Lagebeurteilung zunächst durch den zuständigen Ärztlichen Leiter Krankenhauskoordination des Zweckverbands für Rettungsdienst und Feuerwehralarmierung Augsburg angeordnet (Schreiben vom 26.01.2022). Die zuständige Ethikkommission der LMU München wurde von dem Vorhaben in Kenntnis gesetzt und hat mitgeteilt, dass die Studie von einer weiteren Prüfung ausgenommen ist (Ref. Nr. 22-0194). Auf eine individuelle informierte Einwilligung der Patienten oder ihrer gesetzlichen Vertreter wurde verzichtet.

## Literatur

1. Berner B (2022) Rechtsreport: Triage-Beschluss des Bundesverfassungsgerichts. Dtsch Arztebl 119(3):A-92/B-76
2. Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin (DIVI) Entscheidungen über die Zuteilung intensivmedizinischer Ressourcen im Kontext der COVID-19-Pandemie Version 3. <https://www.divi.de/joomlatools-files/docman-files/publikationen/covid-19-dokumente/211125-divi-covid-19-ethik-empfehlung-version-3-vorabfassung.pdf> (Erstellt: 23. Nov. 2021). Zugriffen: 12. Febr. 2022
3. Schreiter E, Becker H Tagungsbericht „Medizinrecht Aktuell: Triage – Recht zwischen Leben und Tod“ Kriminalpolitische Zeitschrift 2022; 7 (2): 141–4. <https://kripoz.de/2022/03/30/medizinrecht-aktuell-triage-recht-zwischen-leben-und-tod/> (Erstellt: 10. Febr. 2022). Zugriffen: 4. Apr. 2022
4. Allgemeinverfügung zur Bewältigung erheblicher Patientenzahlen in Krankenhäusern Bekanntmachung des Bayerischen Staatsministeriums des Innern, für Sport und Integration und des Bayerischen Staatsministeriums für Gesundheit und Pflege. BayMBl. 2021 Nr. 791 vom 11. Nov. 2021 zuletzt geändert am 16. Dez. 2021 252 online 11. Nov. 2021 <https://www.verkuendung-bayern.de/baymbl/2021-791/zuletzt-abgerufen-11-Apr-2022>
5. Gräsner JT, Hannappel L, Bathe J, Wnent J, Brandenburger T, Karagiannidis C (2021) COVID-19-Pandemie: Wie Intensivpatienten über das Kleeblattkonzept verlegt werden. Dtsch Arztebl 118(50):A 2376–A 2378
6. Wehler M, Deetjen P, Gerheuser F, Joachimski F, Schneider H, Wittmann M, Frühwald M (2021) Pandemie Covid-19 – Empfehlungen zur Triage bei Intensivmedizinischer Ressourcenknappheit

im Katastrophenfall. In: Hilgendorf E, Hoven E, Rostalski F (Hrsg) Triage in der (Strafrechts-) Wissenschaft. Nomos, Baden-Baden, S 361–374 (Preprint Online: 09.04.2020 [https://www.uk-augsburg.de/fileadmin/Daten/Unternehmen/KEK/Universitaetsklinikum-Augsburg\\_2020\\_KEK\\_Triage\\_Stand\\_2020-04-09\\_ohne\\_Anlagen.pdf](https://www.uk-augsburg.de/fileadmin/Daten/Unternehmen/KEK/Universitaetsklinikum-Augsburg_2020_KEK_Triage_Stand_2020-04-09_ohne_Anlagen.pdf) zuletzt abgerufen 11.04.2022)