

Med Klin Intensivmed Notfmed 2020 · 115 (Suppl 3):S123–S131  
<https://doi.org/10.1007/s00063-020-00748-2>  
Eingegangen: 4. Juni 2020  
Überarbeitet: 21. August 2020  
Angenommen: 12. September 2020  
Online publiziert: 28. Oktober 2020  
© Der/die Autor(en) 2020

Redaktion  
M. Buerke, Siegen



M. Wieckenberg<sup>1</sup> · V. Meier<sup>2</sup> · S. Pfeiffer<sup>3</sup> · S. Blaschke<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Zentrale Notaufnahme, Evangelisches Krankenhaus Göttingen – Weende, Göttingen, Deutschland

<sup>2</sup> Krankenhaushygiene, Evangelisches Krankenhaus Göttingen – Weende, Göttingen, Deutschland

<sup>3</sup> Institut für Medizinische Statistik, Universitätsmedizin Göttingen, Göttingen, Deutschland

<sup>4</sup> Interdisziplinäre Notaufnahme, Universitätsmedizin Göttingen, Göttingen, Deutschland

# Risikostratifizierung von Notfällen während der COVID-19-Pandemie in der Zentralen Notaufnahme

Ende Dezember 2019 wurden erstmalig in Wuhan (Hubei, China) mehrere Fälle einer viralen Lungenentzündung festgestellt. Die Sequenzanalysen des viralen Genoms ergaben ein Betacoronavirus aus der Familie der Coronaviridae. Für die durch SARS-CoV-2 („severe acute coronavirus 2“) verursachte Erkrankung wurde von der WHO die Bezeichnung COVID-19 („coronavirus disease 2019“) eingeführt [1]. Als Folge der raschen Ausbreitung des Erregers erfolgte am 11.03.2020 die Einstufung von COVID-19 als Pandemie.

Der Zentralen Notaufnahme (ZNA) kommt in der Versorgung von COVID-19-Patienten in mehrfacher Hinsicht eine besondere Bedeutung zu [2]. Im Vordergrund steht die primäre Erkennung und Behandlung von akuten Erkrankungen als Folge einer SARS-CoV-2-Infektion. Die ZNA stellt darüber hinaus einen Filter für COVID-19-Patienten für das gesamte Krankenhaus dar, denn deren frühzeitige Identifikation ist eine Grundvoraussetzung für die Einleitung von Schutzmaßnahmen für Mitarbeiter und Patienten. Ein besonderes Augenmerk gilt hierbei den Patienten mit Risikofaktoren (u. a. Alter, Immundefizienz, Lungen-, Herz-, Nierenerkrankungen, Malignome). Diese sog. vulnerable Gruppe muss vor nosokomialen Infektionen in allen Bereichen eines Krankenhauses geschützt werden.

Zur Einführung einer strukturierten Lenkung der Patientenströme im Kon-

text der COVID-19-Pandemie wurde in dieser Arbeit in der ZNA eines Krankenhauses der Grund- und Regelversorgung ein Modell für die Risikostratifizierung von COVID-19-Fällen entwickelt und organisatorisch umgesetzt. Hierbei wurde das Ziel verfolgt, durch die Veränderungen der Prozessabläufe einerseits eine schnellstmögliche optimale Diagnostik und Therapie der COVID-19-Fälle umzusetzen und andererseits den bestmöglichen Infektionsschutz für Mitarbeiter und Patienten zu gewährleisten.

## Methoden

Das Evangelische Krankenhaus Göttingen-Weende ist ein Krankenhaus der Grund- und Regelversorgung und gleichzeitig ein akademisches Lehrkrankenhaus der Universitätsmedizin Göttingen. Das Krankenhaus verfügt über 601 Betten an 3 Standorten mit 15 Fachabteilungen. In der Zentralen Notaufnahme (ZNA) werden pro Jahr ca. 30.000 Notfälle behandelt.

Zur Bewältigung der COVID-19-Pandemie wurden in der ZNA des Krankenhauses zahlreiche Maßnahmen ergriffen mit dem Ziel, die Prozessabläufe in der ZNA zu beschleunigen und den Infektionsschutz für Mitarbeiter und Patienten zu gewährleisten. Dabei wurden die 3 Säulen der Virusbekämpfung [3] des Robert-Koch Institutes (RKI) berücksichtigt:

1. Erhöhung der Behandlungskapazitäten,
2. Schutz der vulnerablen Gruppen,
3. Eindämmung der Ausbreitung.

Hierzu wurde neben einer Änderung der räumlichen Strukturierung der ZNA ein neues Modell für die Risikostratifizierung von SARS-CoV-2-Verdachtsfällen und COVID-19-Patienten implementiert: Das Modell wurde auf der Basis der epidemiologischen Kriterien des RKI entwickelt und um interne Falldefinitionen ergänzt. Es umfasst 5 Risikokategorien (RK):

1. RK I – bestätigte SARS-CoV-2-Infektion,
2. RK II – begründeter Verdacht,
3. RK III – differenzialdiagnostische Abklärung,
4. RK IV – geringe Wahrscheinlichkeit,
5. RK V – kein Verdacht.

Der Behandlungspfad wurde für jede Risikokategorie mit spezifischen Hygienemaßnahmen und definierten Behandlungsorten in der ZNA sowie in der stationären Versorgung verknüpft (Tab. 1).

In einer retrospektiven Studie wurde nachfolgend eine Analyse aller stationären Aufnahmen der ZNA durchgeführt zur Beurteilung der Effizienz der getroffenen Maßnahmen und Güte der Risikostratifizierung in der vierwöchi-

**Tab. 1** COVID-19-Risikokategorien. Zur Risikostratifizierung von SARS-CoV-2-Verdachts- und bestätigten COVID-19-Fällen wurden auf der Basis der RKI-Kriterien 5 Risikokategorien (RK I–V) festgelegt. Jede Risikokategorie ist über spezifische Kriterien definiert und jeweils verknüpft mit definierten Hygieneschutzmaßnahmen, primärem Behandlungsort in der ZNA und Kennzeichen der stationären Versorgung

COVID-19 Risikokategorie	Beschreibung	Kriterien	Hygienemaßnahmen	ZNA Behandlungsort	Stationäre Versorgung
I	Bestätigte SARS-CoV-2-Infektion	Nasen-Rachen-Abstrich (extern) RT-PCR positiv	ZNA-Mitarbeiter: PSA Vollschutz <sup>a</sup> Patient: MNS <sup>b</sup> Scheuer-Wisch-Desinfektion	Raum Kategorie I	COVID-19-Station
II	COVID-19 Begründeter Verdacht	Akute respiratorische Symptome oder Fieber <i>plus</i> Kontakt zu bestätigtem COVID-19-Fall in den letzten 14 Tagen oder Übernahme aus Pflegeheim/KH mit und ohne Ausbruchssituation	ZNA-Mitarbeiter: PSA Vollschutz Patient: MNS Scheuer-Wischdesinfektion	Raum Kategorie II	COVID-19 Verdachtsstation
III	COVID-19 Differenzialdiagnostische Abklärung	Unspezifische Allgemeinsymptome oder Fieber <i>plus</i> Tätigkeit in med. Beruf oder Zugehörigkeit Risikogruppe <i>plus</i> Keine wahrscheinliche Alternativdiagnose	ZNA-Mitarbeiter: PSA Vollschutz Patient: MNS Kontakt-Flächendesinfektion	Raum Kategorie III	COVID-19 Verdachtsstation
IV	COVID-19 Geringe Wahrscheinlichkeit	Unspezifische Allgemeinsymptome oder Fieber <i>plus</i> Tätigkeit in med. Beruf oder Zugehörigkeit Risikogruppe <i>plus</i> wahrscheinliche Alternativdiagnose	ZNA-Mitarbeiter: MNS, Face Shield Patient: MNS Kontakt-Flächendesinfektion	Raum Kategorie IV	Vorisation Barrieremaßnahmen
V	COVID-19 Kein Verdacht	Weder anamnestischer noch klinischer Verdacht	ZNA-Mitarbeiter: MNS, Face Shield Patient: MNS Kontakt-Flächendesinfektion	Raum Kategorie V	Vorisation Barrieremaßnahmen

<sup>a</sup>Persönliche Schutzausrüstung (PSA) Vollschutz Schutzkittel, Handschuhe, FFP2/3-Maske, Visier/Schutzbrille

<sup>b</sup>MNS Mund-Nasen-Schutz

gen Hauptphase der COVID-19-Pandemie (26.03. bis 26.04.2020).

Die statistische Analyse erfolgte unter Verwendung von SAS 9.4 und Microsoft Excel mit Bestimmung der absoluten und relativen Häufigkeiten sowie Sensitivität und Spezifität. Für den Gruppenvergleich des Alters wurde der Zweistichprobentest für unabhängige Stichproben eingesetzt. Ein *p*-Wert von <0,05 wurde als signifikant betrachtet.

## Ergebnisse

In der ZNA des Krankenhauses der Grund- und Regelversorgung wurden die im Folgenden genannten Maßnahmen zur Bewältigung der COVID-19-Pandemie umgesetzt.

## Räumliche Strukturveränderungen zur Erhöhung der Behandlungskapazitäten

Für alle Notfallpatienten wurde der Zutritt zur ZNA reglementiert. Im Bereich des Liegendeingangs wurde ein Durchgangszelt errichtet, um wartende Patienten vor Wettereinflüssen zu schützen. Des Weiteren wurden die Räumlichkeiten der ZNA durch Stellwände erweitert. Hierdurch konnte die Schockraum-Computertomographie (CT) in den Isolationsbereich integriert und für die rasche Diagnostik ohne aufwändige Transportmaßnahmen gewonnen werden. Durch die Allokation am Rande des Isolationsbereichs stand die CT dabei jederzeit für alle traumatologischen Fälle zur gezielten CT-Diagnostik unmittelbar zur Ver-

fügung. Gleichzeitig wurde additiv ein mobiles Röntgengerät im CT-Raum platziert, um eine konventionelle Röntgendiagnostik bei Unfallverletzten mit erhöhtem Risiko für COVID-19 zu ermöglichen.

Der Isolationsbereich ist von der restlichen ZNA durch ein Rollgitter und ein Schleusensystem getrennt, welches bereits im Rahmen der Ebola-Epidemie von 2014/15 baulich geschaffen wurde. Darüber hinaus wurde der Haupteingang des Krankenhauses verlegt und alle Nebeneingänge verschlossen, sodass nur ein Eingang für gehfähige Patienten verblieben ist. Daran schließt sich ein durch Plexiglas geschützter Bereich an, der der Patientenbefragung und Administration dient. Angrenzend hieran wurden weitere Räume der ehemaligen Tagesklinik ge-

M. Wieckenberg · V. Meier · S. Pfeiffer · S. Blaschke

**Risikostratifizierung von Notfällen während der COVID-19-Pandemie in der Zentralen Notaufnahme****Zusammenfassung**

**Hintergrund.** Die COVID-19-Pandemie stellt für das Personal der Zentralen Notaufnahme (ZNA) eine sehr komplexe Herausforderung dar. Neben der regulären Notfallversorgung ist die frühzeitige Detektion und Isolation von COVID-19-Fällen erforderlich, um eine hausinterne Transmission der Infektion zu verhindern und den Schutz des Personals zu gewährleisten.

**Methoden.** Es wurde ein Modell zur Risikostratifizierung von SARS-CoV-2-Verdachts- und COVID-19-Fällen mit 5 Risikokategorien (RK) auf Basis der Kriterien des Robert-Koch Instituts (RKI) entwickelt und in der ZNA implementiert. Durch Verknüpfung der COVID-19-Risikokategorien mit spezifischen Isolations-, Hygiene- und Personalschutzmaßnahmen wurden alle Bereiche der ZNA

neu strukturiert. Retrospektiv erfolgte die statistische Auswertung aller stationären Fälle ( $n = 491$ ) innerhalb eines vierwöchigen Zeitraums.

**Ergebnisse.** Im Patientenkollektiv wurden  $n = 25$  (5,1 %) SARS-CoV-2-positive Fälle identifiziert. Diese verteilten sich prozentual auf die Risikokategorien wie folgt: RK I – bestätigte SARS-CoV-2-Infektion 36 % ( $n = 9$ ), RK II – begründete Verdachtsfälle 32 % ( $n = 8$ ), RK III – differenzialdiagnostische Abklärung 12 % ( $n = 3$ ), RK IV – geringe Wahrscheinlichkeit 8 % ( $n = 2$ ) und RK V – kein Verdacht 12 % ( $n = 3$ ). Bis dato ist keine Transmission der SARS-CoV-2-Infektion bei Mitarbeitern oder Patienten in der ZNA aufgetreten.

**Schlussfolgerung.** Die Einführung der COVID-19-Risikokategorien ermöglicht die zentrale Steuerung der krankenhaushygienisch relevanten Prozesse einer ZNA im Kontext der COVID-19-Pandemie. Durch eine stetige Reevaluation der Falldefinitionen können lokale Ausbruchssituationen berücksichtigt werden. Die COVID-19-Risikostratifizierung ermöglicht eine strikte Trennung von COVID-19/Non-COVID-19-Notfällen und stellt so die nosokomiale Infektionsprävention für Personal und Patienten sicher.

**Schlüsselwörter**

COVID-19 Pandemie · Zentrale Notaufnahme · Risikokategorien · Hygienemaßnahmen · Infektionsprävention

**Risk stratification of emergencies during the COVID-19 pandemic within the emergency department****Abstract**

**Background.** The COVID-19 pandemic represents a complex challenge for medical staff within emergency departments (ED) of hospitals at all care levels. Beside regular emergency care, rapid detection and isolation of COVID-19 cases are obligatory for prevention of internal viral transmission and efficient medical staff protection.

**Methods.** In this study a model of risk stratification for suspected SARS-CoV-2 and COVID-19 cases was developed on the basis of epidemiologic criteria of the Robert-Koch Institute including five risk categories (RC). The model was implemented in a hospital of basic and regular care level. By combination of risk categories with specific isolation, hygienic and personal protection procedures

all areas of the ED were restructured. In a retrospective study all inpatient cases ( $n = 491$ ) were re-evaluated during a 4-week interval (26 March–26 April 2020).

**Results.** In the study population 25 SARS-CoV-2 positive cases (5.2%) were identified. These cases were categorized according to the risk stratification model as follows: RC I—confirmed SARS-CoV-2 infection 36% ( $n = 9$ ), RC II—reasonable suspected cases 32% ( $n = 8$ ), RC III—differential diagnostic cases 12% ( $n = 3$ ), RC IV—low probability 8% ( $n = 2$ ) and RC V—no evidence 12% ( $n = 3$ ). No viral transmission was detected during the whole period within medical staff and patients of the ED.

**Conclusions.** Introduction of COVID-19 risk categories within the ED permits central control of important hygienic processes with respect to SARS-CoV-2 infection probability. By continuous re-evaluation of case definitions local outbreaks can be used to adapt criteria within the risk categories. Risk stratification of COVID-19 cases allows for a strict separation of COVID-19 and non-COVID-19 emergencies and thus ensures effective infection prevention of medical staff and patients.

**Keywords**

COVID-19 Pandemic · Emergency Department · Risk categories · Hygienic procedures · Infection prevention

wonnen, die als Wartezimmer und für die Patientenversorgung genutzt werden. Somit kann die Versorgung von ambulanten Notfallpatienten aller Fachrichtungen in den Räumlichkeiten der erweiterten ZNA durchgeführt werden, ohne dass der Hauptbereich des Krankenhauses betreten werden muss (▣ **Abb. 1**).

**Implementierung der Risikostratifizierung von SARS-CoV-2-Verdachtsfällen und COVID-19-Patienten**

Zur Infektionsprävention und zum Schutz vulnerabler Risikogruppen wurde ein Modell der Risikostratifizierung aller Notfallpatienten in Bezug auf eine SARS-CoV-2-Infektion eingeführt. Auf der Basis der Vorgehensweise des RKI zur SARS-CoV-2-Verdachtsabklärung wurde dazu eine Einteilung in

5 Risikokategorien anhand definierter Kriterien entwickelt (▣ **Tab. 1**). Diese umfassen Risikokategorie I (bestätigte SARS-CoV-2-Infektion), Risikokategorie II (begründeter Verdachtsfall), Risikokategorie III (differenzialdiagnostische Abklärung), Risikokategorie IV (geringe Wahrscheinlichkeit) und Risikokategorie V (kein Verdacht). Diese Einteilung berücksichtigt dabei über das RKI-Schema hinausgehend tagesaktuell bekannte Ausbruchssituationen in den örtlichen Pflegeheimen und naheliegenden Kran-





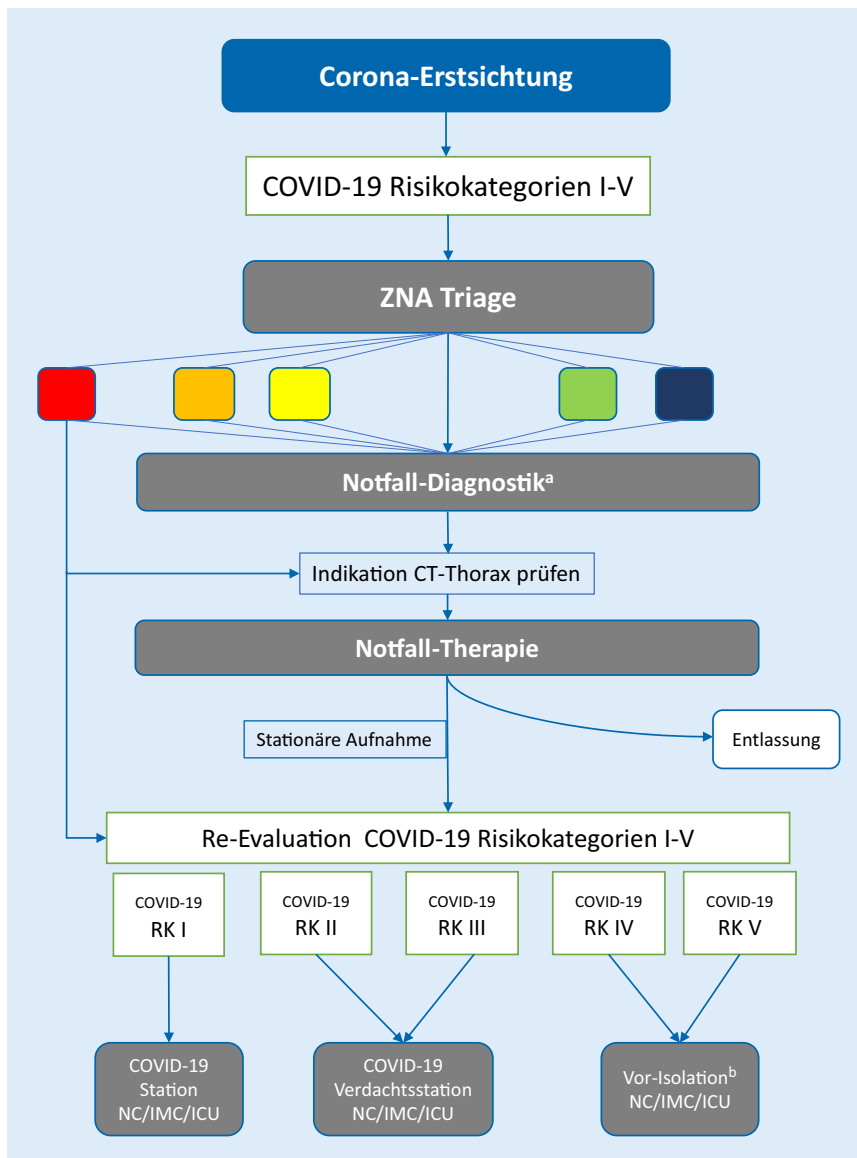
**Abb. 1** ◀ Einführung einer neuen Struktur der Zentralen Notaufnahme (ZNA) auf Basis der COVID-19-Risikokategorien. Die ZNA wurde auf der Basis der definierten COVID-19-Risikokategorien (Tab. 1) neu strukturiert und erweitert. Der Lageplan des Krankenhauses weist die Bereiche der ursprünglichen und erweiterten ZNA inklusive der Isolationsbereiche RK I–V aus

kenhäusern (Risikokategorie II). Darüber hinaus werden die vulnerablen Risikogruppen und weitere unspezifische Symptome in der Kategorisierung berücksichtigt (Risikokategorie III und IV).

Auf der Basis dieses Stufenschemas wurde für alle Notfallpatienten ein strukturierter Behandlungspfad festge-

legt (Abb. 2): Alle Notfallpatienten erhalten zunächst eine COVID-19-Erst-sichtung durch den zuständigen Arzt und Pflegekraft der ZNA nach dem Vier-Augen-Prinzip. Jeder Patient erhält demgemäß einen COVID-19-Risiko-status. Zur Feststellung der Behand-lungsdringlichkeit wird nachfolgend eine Triage nach dem Manchester Tria-

ge System (MTS) [4] durchgeführt. Gemäß Risikostatus erfolgt dann eine Zuweisung des primären, entsprechend gekennzeichneten Behandlungs- und Isolationsortes in der ZNA. Die Risiko-kategorisierung ist darüber hinaus mit den spezifischen Hygieneschutzmaß-nahmen verknüpft (Tab. 1). Bei der Versorgung von Patienten der Katego-



**Abb. 2** ▲ Standardisierter Behandlungsprozess in der Zentralen Notaufnahme (ZNA) gemäß COVID-19-Risikostratifizierung. Für alle Notfallpatienten wurde auf der Basis des neuen Modells der COVID-19-Risikostratifizierung ein standardisierter Behandlungsprozess für die Notfalldiagnostik und -therapie eingeführt. Nach der Corona-Erstsichtung mit Festlegung des COVID-19-Risikostatus erfolgt die Triage sowie die notwendigen Maßnahmen zur Notfalldiagnostik und Therapie. Nachfolgend wird eine Reevaluation der COVID-19-Risikokategorie durchgeführt und auf dieser Basis für stationäre Fälle die jeweilige stationäre Versorgungskategorie zugeordnet. <sup>a</sup>Vitalparameter (RR, Puls,  $S_pO_2$ ); Labor: Blutbild, Differenzialblutbild, Kreatinin, Elektrolyte, LDH, PCT, CRP, aBGA; Mikrobiologie: Nasen-Rachen-Abstrich/Rachenspülwasser SARS-CoV-2, ggf. Influenza-Schnelltest, ggf. Blutkulturen; Bildgebung: Thoraxsonographie, ggf. Röntgenthorax. <sup>b</sup>Barrieremaßnahmen: Patient hält sich im Patientenzimmer auf und trägt einen Mund-Nasen-Schutz; keine weitere Funktionsdiagnostik bis zum Testergebnis der PCR

rien COVID-19-Risikostatus I–III trägt das Personal Schutzkittel, FFP2-Maske, Schutzbrille und Handschuhe. Bei der Versorgung von Patienten mit dem COVID-19-Risikostatus IV und V tragen die Mitarbeiter einen Mund-Nasen-Schutz sowie ein Mund-Gesichts-Schutz

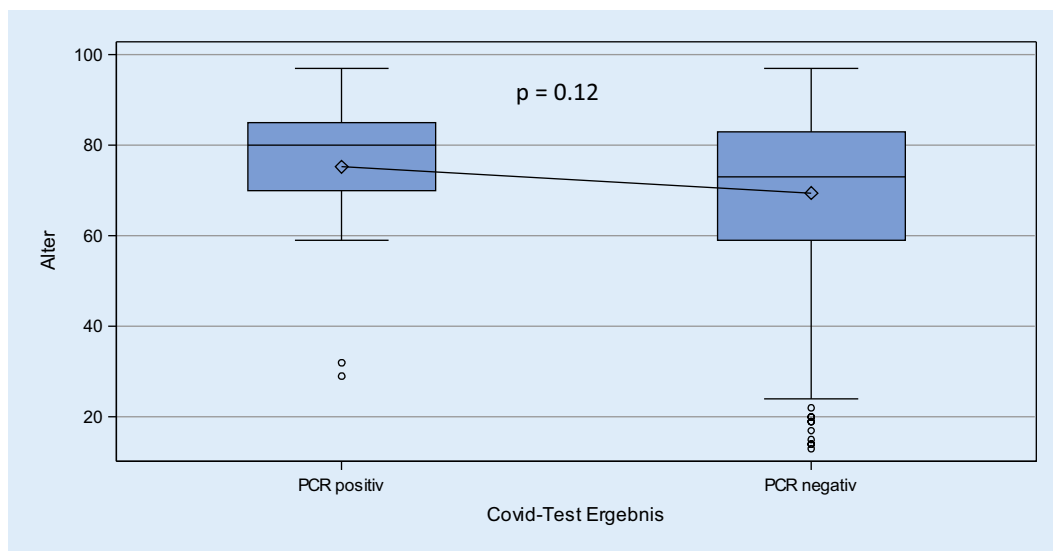
(sog. „face shield“) in Anlehnung an die Empfehlung der Deutschen Gesellschaft für Allgemeinmedizin (DEGAM; [5]).

Zur Notfalldiagnostik bei COVID-19-Risikostatus II–IV wurde ein standardisiertes Vorgehen implementiert: Neben der Bestimmung der Vitalparameter (RR,

Puls,  $S_pO_2$ ) erfolgt eine Labordiagnostik (Blutbild, Differenzialblutbild, Kreatinin, Elektrolyte, LDH, PCT, CRP, aBGA). Bei allen Patienten erfolgt ein Nasen-Rachen-Abstrich und eine Asservierung von Rachenspülwasser für die PCR-Diagnostik auf SARS-CoV-2 und ggf. für die Durchführung eines Influenza-Schnelltests (nur im Zeitraum der Influenza-Epidemie). Zur bildgebenden Diagnostik wurde als Standard die Thorax-Sonographie als fester Bestandteil der Diagnostik basierend auf den Empfehlungen von Volpicelli et al. [6] eingeführt. Pleuraergüsse, Pneumothorax oder die Zeichen der kardialen Insuffizienz als Ursache der respiratorischen Insuffizienz sollen hierdurch primär erkannt und auf aufwändige Patiententransporte in die Röntgenabteilung verzichtet werden. Bei begründeten Verdachtsfällen (COVID-Risikokategorie II) oder bei hoher klinischer Wahrscheinlichkeit für COVID-19, Nachweis einer Lymphopenie und negativem Procalcitonin wird bei indizierter stationärer Behandlung eine Low-dose-CT-Untersuchung des Thorax durchgeführt [7–9] und gemäß CO-RADS-Kategorien [10] klassifiziert. Nach Durchführung der Notfalldiagnostik erfolgt bei stationär zu behandelnden Patienten eine Reevaluation der COVID-19-Risikostatus basierend auf den Untersuchungsergebnissen und nachfolgend die Auswahl der jeweiligen Zielstation gemäß Kategorisierung (■ Tab. 1).

### Retrospektive Analyse der Behandlungsdaten stationärer Notfallpatienten

Im Zeitraum vom 26.03. bis 26.04.2020 wurden 491 Patienten über die ZNA stationär aufgenommen. In diesem Patientenkollektiv wurden  $n=25$  (5,1%) SARS-CoV-2-Infektionen detektiert. Es bestand kein signifikanter Unterschied zwischen dem mittleren Alter der SARS-CoV-2-positiven und dem Kollektiv der SARS-CoV-2-negativen Fälle ( $p=0,12$ ; ■ Abb. 3). Im Gesamtkollektiv wurden 1,8% der Fälle in den COVID-Risikostatus I klassifiziert, davon waren 100% in der SARS-CoV-2-PCR-Diagnostik positiv. Im COVID-19-Risikostatus II wurden 7,7% der Fälle klassifiziert ( $n=38$ ),



**Abb. 3** ◀ Vergleich des mittleren Alters der SARS-CoV-2-positiven und -negativen ZNA-Patienten. Bei einem Vergleich des mittleren Alters der SARS-CoV-2-infizierten Patienten ( $n = 25$ ) und nichtinfizierten Patienten ( $n = 466$ ) wurde kein signifikanter Unterschied festgestellt ( $p = 0,12$ )

hiervon wurden 21,1% ( $n = 8$ ) als positive Fälle identifiziert. 15,3% der Fälle ( $n = 75$ ) wurden dem Risikostatus III zugeordnet; hierbei konnten nur 4% ( $n = 3$ ) positive Fälle detektiert werden. In den Risikokategorien IV und V mit 148 bzw. 221 Fällen fanden sich nur jeweils 1,4% positive SARS-CoV-2-Infektionen (**Abb. 4**). Betrachtet man den COVID-Risikostatus I-IV als ein positives Testergebnis und den COVID-Risiko-Status V (kein Verdacht) als ein negatives Testergebnis, so besitzt der Test eine Sensitivität von 88,0% und eine Spezifität von 46,8%. Die in den COVID-19-Algorithmus integrierte CT-Diagnostik wurde in  $n = 58$  (12,9%) Fällen eingesetzt; dabei wurde in einem Viertel der Fälle eine pulmonale Manifestation der SARS-CoV-2-Infektion im Sinne eines hochgradigen Verdachts (CO-RADS 4,  $n = 8$ ) bzw. COVID-19-typischer Befunde (CO-RADS 5,  $n = 7$ ) detektiert. Im gesamten Zeitraum konnte keine interne Transmission einer SARS-CoV-2-Infektion bei Patienten oder Mitarbeitern der ZNA nachgewiesen werden.

## Diskussion

Die frühzeitige Erkennung aller Patienten, die mit SARS-CoV-2 infiziert sind, stellt eine große Herausforderung für eine ZNA dar, wie die Arbeiten von Cho et al. aus dem Jahr 2016 anhand eines Ausbruchs von MERS-CoV („middle east respiratory syndrome-related coronavi-

rus“) durch lediglich einen erkrankten Patienten in der ZNA belegen [11]. Auch kann ein Krankheitsausbruch unter den Mitarbeitern weitere Patienten gefährden und zu einem erheblichen Ausfall hoch qualifizierten Personals führen [12].

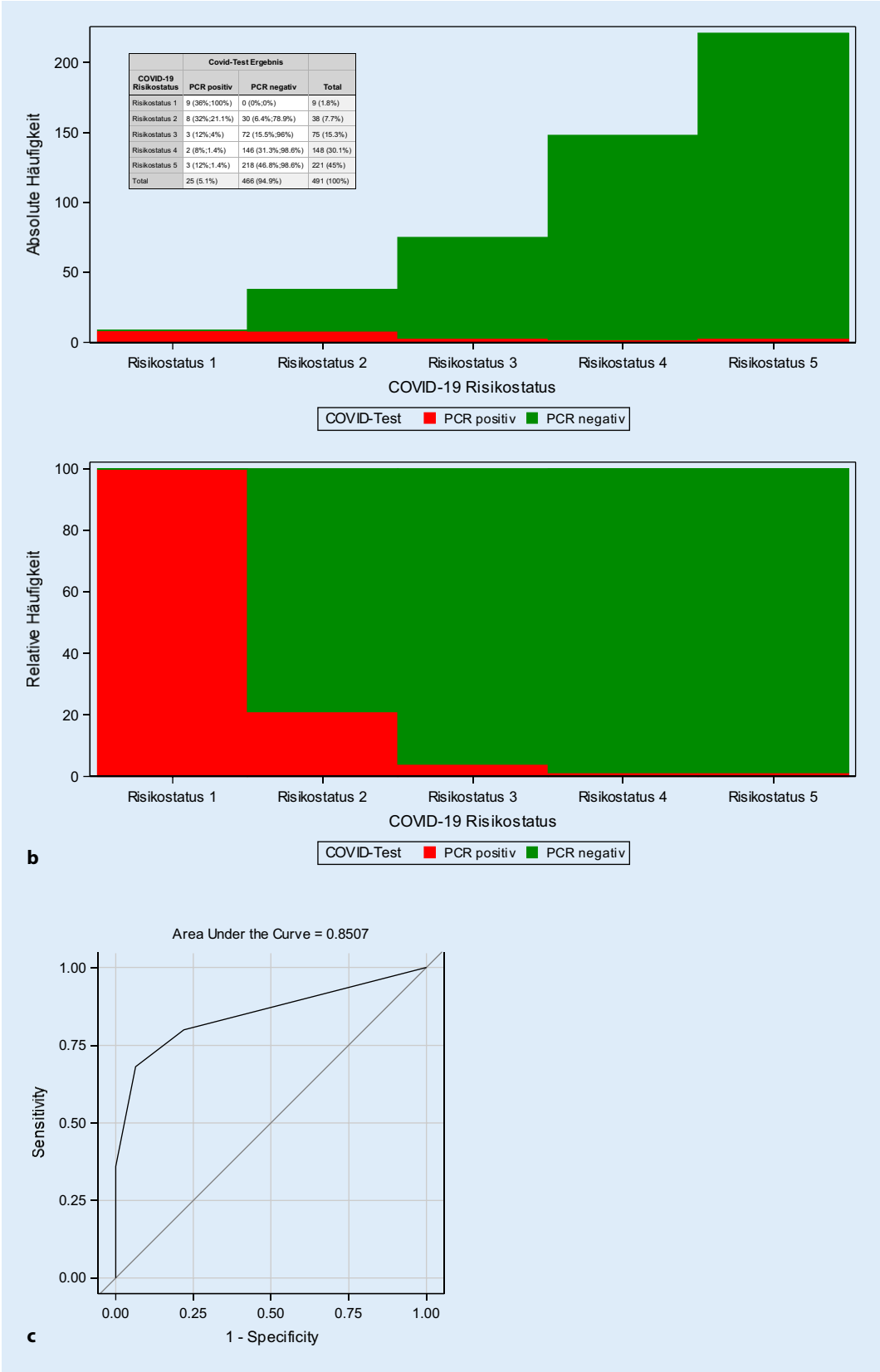
Für die Diagnostik der floriden SARS-CoV-2-Infektion wird als Goldstandard der molekularbiologische Virusnachweis mittels Reverse-Transkriptase-Polymerase-Kettenreaktion (RT-PCR; [13–15]) eingesetzt. Dieser Test ist jedoch in der Regel zeitintensiv und auch nicht jederzeit und überall verfügbar. Die aktuelle Entwicklung von Point-of-Care und automatisierten Testverfahren [16, 17] hat hier zu einer erheblichen Beschleunigung der diagnostischen Prozessabläufe geführt. Dennoch gelingt der Nachweis der SARS-CoV-2-Infektion nur in der replikativen Phase der viralen Infektion, da die Kopienzahl im Verlauf der SARS-CoV-2-Infektion sinkt [18]. Auch können durch die RT-PCR nicht alle Erkrankten identifiziert werden [12], wie die klinische Studie bei 138 hospitalisierten COVID-19-Patienten in Wuhan gezeigt hat. In einer weiteren Studie wurde die Sensitivität der RT-PCR sogar mit 71% signifikant geringer bestimmt als pathologische Veränderungen, die mittels CT-Untersuchung der Lunge detektiert wurden [19].

Neben den molekularbiologischen Testverfahren stehen mittlerweile auch serologische Verfahren zur Antikörperdiagnostik gegen SARS-CoV-2 zur

Verfügung. Trotz einer hohen Spezifität liegt die Sensitivität dieser Verfahren, u. a. bedingt durch Kreuzreaktivität mit anderen Coronaviren, IgM-Rheumafaktoren, jedoch nur zwischen 70 und 90% [20, 21]. Darüber hinaus sind Antikörpertests gerade in der Frühphase der Infektion nicht zur Detektion der COVID-19-Erkrankung in der Notaufnahme geeignet, da eine Serokonversion in der Regel erst in der zweiten Woche der Infektion zu erwarten ist [15].

Die offiziellen Falldefinitionen des RKI sind für die umfassende Erkennung der an COVID-19 erkrankten Patienten in der Notaufnahme nicht ausreichend. Sie stellen in erster Linie eine Grundlage dar, gezielte Testungen auf COVID-19 durch eine RT-PCR zu initiieren und gleichzeitig die Gesundheitsbehörden bei begründeten Verdachtsfällen zu informieren. Frühzeitig wurde hier in dieser Arbeit somit ein Modell für eine eigene Risikostratifizierung entwickelt und umgesetzt, die eine höhere Sensitivität in der Erkennung der Verdachtsfälle erreicht (88%). Ein gleicher Ansatz findet sich auch in den Arbeiten von Wee Le et al. [22] aus Singapur. Hier konnte gezeigt werden, dass die zusätzlichen Falldefinitionen zu einer Steigerung der Sensitivität von 49 auf 84% in der Identifikation von COVID-19-Fällen geführt hat.

Als Erweiterung hierzu wurde in dieser Arbeit die COVID-Risikokategorie I–V eingeführt. Hierdurch soll



**Abb. 4** ◀ Verteilung der COVID-19-Risikokategorien im Patientenkollektiv der Zentralen Notaufnahme (ZNA). In der retrospektiven Analyse der  $n = 491$  Fälle, die im vierwöchigen Beobachtungszeitraum stationär in die Klinik aufgenommen wurden, erfolgte eine statistische Analyse der zugeordneten COVID-19-Risikokategorien. Die Abbildung zeigt das Histogramm der absoluten Häufigkeiten (a) und der relativen Häufigkeiten (b). Sensitivität und Spezifität des Verfahrens sind in der ROC-Kurve (c) dargestellt



erreicht werden, dass besondere Risikogruppen mit chronischen Erkrankungen (COVID-Risikostatus IV, wahrscheinliche Alternativdiagnose) nicht regelhaft mit Patienten zusammen behandelt werden, die ein höheres Risiko (COVID-Risikostatus II und III) haben, an COVID-19 erkrankt zu sein. Diese Patienten stellen zum einen die Risikopersonen für COVID-19 dar (Bewohner aus Pflegeheimen, chronisch Lungenerkrankte etc.), gleichzeitig benötigen sie zur Vermeidung einer nosokomialen Transmission jedoch besondere Isolationsmaßnahmen (Schutz der vulnerablen Gruppen).

Über die Falldefinitionen als Grundlage für die COVID-Risikokategorien können die hieran gekoppelten Maßnahmen in Abhängigkeit der lokalen, regionalen und überregionalen Lage risikobasiert gesteuert und dementsprechend die Sensitivität und die Spezifität des Verfahrens verändert werden. Wee LE et al. [22] empfehlen in ihrer Arbeit eine balancierte Falldefinition, denn je mehr Patienten durch die Falldefinitionen die COVID-Risikostatus I–IV erhalten, desto höher wird der logistische Aufwand für die ZNA. Zur Bewältigung der gesteigerten Anforderungen wurden, wie in den Arbeiten aus Singapur ebenfalls beschrieben, die räumlichen Ressourcen der ZNA daher erweitert [22].

Darüber hinaus wurde insbesondere für Patienten mit der COVID-Risikostatus II, III und IV ein Flusschema zur Optimierung der Abläufe in der ZNA erarbeitet. Dieses Vorgehen wurde in ähnlicher Weise in sog. Fieber Kliniken in Wuhan (China; [7]), aber auch in Universitätsklinika in Deutschland [8, 23] implementiert. Ziel dieser Maßnahmen ist es, eine Überlastung der ZNA zu vermeiden, um entsprechende Schutz- und Isolationsmaßnahmen aufrechterhalten zu können [2]. Zusätzlich wird hierdurch die Gefahr vermindert, vital bedrohliche Erkrankungen verspätet zu behandeln. So konnten Tam CF et al. bereits negative Einflüsse der COVID-19-Pandemie auf die Versorgung von ST-Hebungsinfarkten in Hong Kong nachweisen [24].

Bei der retrospektiven Untersuchung des eigenen Patientenguts von 25 Patien-

ten mit COVID-19-gesicherter Erkrankung konnte hier gezeigt werden, dass 3 (12%) Patienten primär nicht in der ZNA erkannt wurden (Abb. 4). Auch diese Ergebnisse decken sich mit den Arbeiten von Wee LE et al. [22], in der 16% der COVID-19-positiven Patienten nicht in der Notaufnahme identifiziert werden konnten. Als Konsequenz hieraus werden auch COVID-Risikokategorie-V Fälle bis zum Erhalt des PCR-Ergebnisses vorisoliert, und es wurde der Personalschutz in der ZNA in Anlehnung an die Empfehlung der DEGAM [5] um das Tragen eines Face Shields erweitert.

Durch die Einführung des COVID-Risikostatus basierten Hygieneplans und die Durchführung der hier beschriebenen Maßnahmen zum Personalschutz, zur Isolation der Patienten und zur hygienischen Aufbereitung der Arbeitsbereiche konnte dementsprechend erreicht werden, dass im Rahmen des umfassenden Personalscreenings kein einziger positiver Befund in der SARS-CoV-2 RT-PCR im Rachenspülwasser nachweisbar war. Auch wurde bis dato keine Übertragung auf andere Patienten in der ZNA nachgewiesen.

Zusammenfassend ermöglicht die Einführung des hier beschriebenen Modells der Risikostratifizierung von SARS-CoV-2-Verdachts- und COVID-19-Fällen eine zentrale Steuerung der krankenhaushygienisch relevanten Prozesse einer ZNA im Kontext der COVID-19-Pandemie. Durch eine stetige Reevaluation der Falldefinitionen im Modell können darüber hinaus kurzfristig lokale Ausbruchssituationen in den Risikokategorien berücksichtigt werden. Die COVID-19-Risikostratifizierung ermöglicht auf diese Weise eine strikte Trennung von COVID-19- und Non-COVID-19-Notfällen und stellt so die nosokomiale Infektionsprävention sowohl für Mitarbeiter als auch für Patienten in der ZNA sicher.

### Fazit für die Praxis

- In der ZNA gelten für die Bewältigung der Anforderungen im Kontext der COVID-19-Pandemie die 3 Säulen der Virusbekämpfung des Robert Koch-Instituts (RKI): Erhöhung der

Versorgungsmöglichkeiten, Eindämmung der Ausbreitung und Schutz der vulnerablen Gruppen. Durch die Einführung eines Modells zur COVID-19-Risikostratifizierung können alle 3 Säulen adressiert werden.

- Zur Optimierung der notfallmedizinischen Versorgungsmöglichkeiten in Krankenhäusern aller Notfallversorgungsstufen müssen die räumlichen Ressourcen erweitert und die Behandlungsabläufe neu strukturiert werden, um einer Überlastung der ZNA entgegenzuwirken und die Infektionsprävention für Mitarbeiter und Patienten sicherzustellen.
- Die Kriterien für die Bestimmung der COVID-19-Risikokategorie müssen ständig reevaluiert werden, um auf die Änderung der lokalen, regionalen und überregionalen Lage der COVID-19-Pandemie kurzfristig reagieren zu können.
- Eine Risikostratifizierung für SARS-CoV-2-Verdachts- und COVID-19-Fälle in der Zentralen Notaufnahme jeder Notfallversorgungsstufe ermöglicht eine wirksame Infektionsprävention für Mitarbeiter und Patienten in der ZNA durch strikte Trennung von COVID-19- und Non-COVID-19-Notfällen.

### Korrespondenzadresse

**Prof. Dr. med. S. Blaschke**

Interdisziplinäre Notaufnahme, Universitätsmedizin Göttingen  
Robert-Koch Str. 40, 37075 Göttingen,  
Deutschland  
sblasch@gwdg.de

**Funding.** Open Access funding enabled and organized by Projekt DEAL.

### Einhaltung ethischer Richtlinien

**Interessenkonflikt.** M. Wieckenberg, V. Meier, S. Pfeifer und S. Blaschke geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Die retrospektive klinische Studie wurde auf der Basis der geltenden ethischen und datenschutzrechtlichen Richtlinien durchgeführt.

**Open Access.** Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jegli-



chem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>.

## Literatur

1. Robert Koch-Institut (2020) Ergänzung zum Nationalen Pandemieplan – COVID-19 – neuartige Coronaviruserkrankung. [https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges\\_Coronavirus/Ergaenzung\\_Pandemieplan\\_Covid.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Ergaenzung_Pandemieplan_Covid.pdf?__blob=publicationFile). Zugegriffen: 10. März 2020
2. Ramshorn-Zimmer A, Pin M, Hartwig T, Lordick F, Zimmermann M, Brokmann JC et al (2020) Coronapandemie Rolle der Zentralen Notaufnahme. *Dtsch Arztebl* 117(20):A-1040/B-880
3. Robert Koch-Institut (2020) SARS-CoV-2: Informationen des Robert Koch-Instituts zu empfohlenen Infektionsschutzmaßnahmen und Zielen. [https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/EpidBull/Archiv/2020/07/Art\\_01.html](https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/EpidBull/Archiv/2020/07/Art_01.html). Zugegriffen: 26. Mai 2020
4. Christ M, Grossmann F, Winter D, Bingisser R, Platz E (2010) Modern triage in the emergency department. *Dtsch Arztebl* 107:892–898
5. Deutsche Gesellschaft für Allgemeinmedizin und Familienmedizin (2020) DEGAM S1-Handlungsempfehlung: Neues Coronavirus (SARS-CoV-2) – Informationen für die hausärztliche Praxis. [https://www.awmf.org/uploads/tx\\_szleitlinien/054-054I\\_S1\\_Neues\\_CORONA\\_Virus\\_2020-05\\_2.pdf](https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/054-054I_S1_Neues_CORONA_Virus_2020-05_2.pdf). Zugegriffen: 15. Mai 2020 (AWMF-Register-Nr.053-054)
6. Volpicelli G, Elbarbary M, Blaivas M, Lichtenstein DA, Mathis G, Kirkpatrick AW et al (2012) International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound. *Intensive Care Med* 38:577–591
7. Zhang J, Zhou L, Yang Y, Peng W, Wang W, Chen X (2020) Therapeutic and triage strategies for 2019 novel corona-virus disease in fever clinics. *Lancet Respir Med* 8:e11–e12
8. Lenzen-Schulte M (2020) Bei COVID-19-Verdacht: Rasche Triage symptomatischer Patienten in der Notaufnahme. *Dtsch Arztebl* 117:A-715
9. Pan F, Ye T, Sun P, Gui S, Liang B, Li L et al (2020) Time-course of lung changes on chest CT during recovery from coronavirus disease 2019 (COVID-19). *Radiology* 295:715–721
10. Prokop M, van Everdingen W, van Rees Vellinga T, Quarles van Ufford H, Stöger L, Beenen L et al (2020) CO-RADS: a categorical CT assessment scheme for patients suspected of having COVID-19—definition and evaluation. *Radiology* 296(2):E97–E104
11. Cho SY, Kang JM, Ha YE, Park GE, Lee JY, Ko JH et al (2016) MERS-CoV outbreak following a single patient exposure in an emergency room in South Korea: an epidemiological outbreak study. *Lancet* 388:994–1001
12. Wang D, Hu B, Hu C, Zhu F, Liu X, Zhang J et al (2020) Clinical characteristics of 138 hospitalized patients with 2019 novel coronavirus-infected pneumonia in Wuhan, China. *JAMA* 323:1061–1069
13. Corman VM, Landt O, Kaiser M, Molenkamp R, Meijer A, Chu D et al (2020) Detection of 2019 novel coronavirus (2019-nCoV) by real-time RT-PCR. *Euro Surveill* 25(3):2000045
14. Wölfel R, Corman VM, Guggemos W, Seilmaier M, Zange S, Müller MA et al (2020) Virological assessment of hospitalized patients with COVID-2019. *Nature* 581:465–469
15. Kohmer N, Rabenau H, Ciesek S (2020) SARS-CoV-2: Der richtige Nachweis. *Dtsch Arztebl* 117:A-866–A-870
16. Wolters F, van de Bovenkamp J, van den Bosch B, van den Brink S, Broeders M, Chung NH et al (2020) Multi-center evaluation of cepheid xpert® xpress SARS-CoV-2 point-of-care test during the SARS-CoV-2 pandemic. *J Clin Virol* 128:104426
17. Harrington A, Cox B, Snowdon J, Bakst J, Ley E, Grajales P et al (2020) Comparison of Abbott ID now and Abbott m2000 methods for the detection of SARS-CoV-2 from nasopharyngeal and nasal swabs from symptomatic patients. *J Clin Microbiol* 58:e00798-20
18. Walsh KA, Jordan K, Clyne B, Rohde D, Drummond L, Byrne P et al (2020) SARS-CoV-2 detection, viral load and infectivity over the course of an infection. *J Infect* 81(3):357–371
19. Fang Y, Zhang H, Xie J, Lin M, Ying L, Pang P, Ji W (2020) Sensitivity of chest CT for COVID-19: comparison to RT-PCR. *Radiology* 296:E115–E117
20. Zhang ZL, Hou YL, Li DT, Li FZ (2020) Diagnostic efficacy of anti-SARS-CoV-2 IgG/IgM test for COVID-19: a meta-analysis. *J Med Virol*. <https://doi.org/10.1002/jmv.26211>
21. Andrey DO, Cohen P, Meyer B, Torriani G, Yerly S, Mazza L et al (2020) Head-to-head accuracy comparison of three commercial COVID-19 IgM/IgG serology rapid tests. *J Clin Med* 9:E2369
22. Wee LE, Fua TP, Chua YY, Ho AFW, Sim XYJ, Conceicao EP et al (2020) Containing COVID-19 in the emergency room: the role of improved case detection and segregation of suspect cases. *Acad Emerg Med* 27:379–387
23. Wennmann DO, Dlugos CP, Hofschroer A, Hennies M, Kühn J, Hafezi W et al (2020) Umgang mit COVID-19 in der Notaufnahme. *Med Klin Intensivmed Notfmed* 115:380–387
24. Tam CF, Cheung KS, Lam S, Yung A, Sze M, Lam YM et al (2020) Impact of coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak on ST-segment-elevation myocardial infarction care in Hong Kong, China. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes* 17:e6631