

# A randomised study on the comparative performance of German paramedics after technical versus non-technical skills training

## Abstract

**Background:** The working environment of pre-hospital emergency medicine represents the framework conditions of high-risk organisations. Non-technical skills are an important foundation for successful performance. In Germany, a new job profile - advanced paramedic - was introduced in 2014, which for the first time also included non-technical skills in the curriculum. Another special feature is that for the first time it is regulated how paramedics proceed with selected extended procedures, such as the application of selected medication. The advanced paramedic has a mandatory annual training requirement of 30 hours. Since there are no requirements in terms of content, we investigated whether training of non-technical or technical skills improve the care of a simulated patient. The results should indicate which priorities should be set in training.

**Methods:** Teams were randomised while training and debriefing took place depending on the study arm with a focus on technical procedures and non-technical skills. Six months later, we evaluated the performance of the teams in a simulation scenario using “time-key-item-product” score and the use of incident management methods.

**Results:** Comparing performance with crisis resource management (CRM)/ non-technical skills and technical training, we found no significant difference in time-key-item-product score (TKIP). There was also no difference in the application of incident management methods. Checklists were only used in small numbers. Over half of the teams failed to complete 75% of the required procedures in the scenario.

**Conclusion:** It is noticeable that only a few groups carried out all required procedures. The incomplete treatment suggests that the use of checklists can help emergency teams. Dealing with non-technical skills should be trained intensively, as their use does not yet appear to be routine.

**Keywords:** training, medical service personnel, non-technical skills, medical simulation

Hendrik Eismann<sup>1</sup>

Jörn Halser<sup>2</sup>

Mathias Robert<sup>2</sup>

Markus Flentje<sup>1</sup>

1 Hannover Medical School, Department of Anaesthesiology and Intensive Care Medicine, Hannover, Germany

2 German Red Cross, Rescue Service, Uelzen, Deutschland

## Background

Emergency pre-hospital care is a prime example of a special field of work. Extensive stress of an emergency, time pressure, and limited information are some factors that negatively affect the quality of patient care. From a psychological perspective, this environment is described as a High-Risk Organization (HRO) [1]. Non-technical skills (NTS) were proven to improve the outcomes in an HRO setting [2]. Non-technical and technical skills belong to different categories. NTS includes skills such as task management, situational awareness, teamwork, and decision making. In contrast, technical skills describe the practitioner's ability to perform procedures such as intubation, thoracotomy, etc. [3], [4]. “To err is human” was the first of multiple publications that discussed avoidable errors and their prevention [5], [6], [7]. Some of these

publications highlighted the lack of NTS and considered its improvement as a factor that could be developed even in experienced emergency teams [8], [9], [10]. Training programs that focus on NTS are called crisis resource management courses (CRM), analogous to the Crew Resource Management courses used in the context of aviation [11]. Although CRM training is already integrated into various emergency service curricula, it remains unclear whether the competences developed during the course remain a part of everyday practice or require ongoing enhancement. Simulated scenarios can determine whether such ongoing NTS training is necessary [12], [13]. A scalable indicator of medical care quality is the ratio of completed medical interventions to the recommended actions outlined in standard operating procedures. Studies have shown that up to 23% of the steps are not taken during emergencies [14].

**Table 1: Professional groups and areas of responsibility in the German emergency medical system (without prehospital emergency physicians (Notarzt))**

EMT: emergency medical technician; EMS: emergency medical system

Professional group in German EMS	Description in English	Tasks	Duration of Training
<b>Rettungssanitäter (RettSan)</b>	EMT basic	Driving the vehicle, radio contact with the control centre; assisting with patient care	6 months
<b>Rettungsassistent (RettAss)</b>	EMT paramedic	Responsibility for patient care, administration of medication, extended care procedures as specified by the EMS Medical Director, different legal status to Advanced Paramedic	2 years
<b>Notfallsanitäter (NotSan)</b>	Advanced paramedic	Responsibility for patient care, administration of medication, extended care measures on the basis of a federal law	3 years
<b>Ärztliche Leitung Rettungsdienst (ÄLRD)</b>	EMS medical director	Quality management, specification of care standards, further training of non-physician employees	Board certified physician + 1-week course

European emergency medical services (EMS) contain a variety of job titles – the German and French systems are emergency-physician-based, whereas the Paramedic-focused systems are prevalent in English-speaking countries [15]. The German training program for non-physician emergency employees was reformed in 2014 [<https://www.gesetze-im-internet.de/notsang/BJNR134810013.html>]. A new job profile of a three-year trained Advanced Paramedic (NotfallsanitäterIn) was introduced, replacing the two-year trained Emergency Medical Technician (EMT) paramedic (RettungsassistentIn). During the study, practitioners of both advanced job profiles took the leading role, assisted by EMT basic practitioners (RettungssanitäterIn). The different tasks of the professional groups are shown in table 1.

German districts are required to appoint a physician as the medical director (Ärztliche Leitung Rettungsdienst) of the emergency medical service, who is responsible for the training and education of non-physician emergency employees. According to the Standard Operating Procedures (SOP), the medical director defines the type and scope of the extended procedures that the trainees are required to master. The medical director is also in charge of a regular quality assessment of the emergency-service staff. In previous studies, we've found that the professional recommendations, training, and testing significantly differ across various districts of Germany [16], [17]. The current heterogeneity of didactic approaches highlights that a standard approach is yet to be established. The CRM is already incorporated into curricula for emergency service personnel. However, it is unclear whether one-time training is enough to integrate the skill set into everyday work or if repeated NTS training is necessary. Therefore, continuous evaluation and scientific monitoring are crucial in developing the best path to practice.

This study aimed to compare the efficacy of a CRM/NTS training and algorithm-based technical skill training by assessing patient care in a simulated environment. Con-

sidering the current literature, we hypothesized that the CRM group would provide faster and more complete patient care due to the application of non-technical skills. The study findings will guide decision-makers in prioritizing the type of training in future curricula to provide optimal patient care.

## Materials and methods

### Study design

Our study was a randomized intervention study. All study participants received the same training on respiratory distress and were then able to apply the learned material in simulated scenarios. They were then assigned to one of two study arms. The first arm received a simulated scenario-based training with a technical debriefing, while the participants in the second arm received a theoretical review about CRM with a debriefing focusing on non-technical skills. On the first day, the training scenarios were all focused on respiratory distress, as further outlined in table 2. The clinical scenarios that were later incorporated into the test scenarios were practiced on day one. All test scenarios on day two were identical for all groups.

Six months after the initial training, all teams were evaluated by three pre-programmed simulated scenarios (SimDesigner, Laerdal Medical, Norway) (see figure 1). The scenario outlines and controlling instructions are shown in the Appendix. No further training or simulated scenarios took place between the initial training and the evaluation phase.

Table 2: Course agenda for the simulation based-training (day 1 of the study)

Time Schedule	Method	Content	Learning target
10 minutes	Classroom talk	welcome, learning targets	The participant knows the learning Targets of the course.
45 minutes	Lecture	Causes and pathophysiology of shortness of breath	
45 minutes	Simulation with debriefing by study arm	Scenario e.g. - Tension pneumothorax - Pulmonary edema - obstructive pulmonary disease	Care according to SOP of the medical director
45 minutes	Simulation with debriefing by study arm		
45 minutes	Simulation with debriefing by study arm		
45 minutes	Simulation with debriefing by study arm		
45 minutes	Simulation with debriefing by study arm		
45 minutes	Simulation with debriefing by study arm		
20 minutes	Classroom talk	feedback, course evaluation	

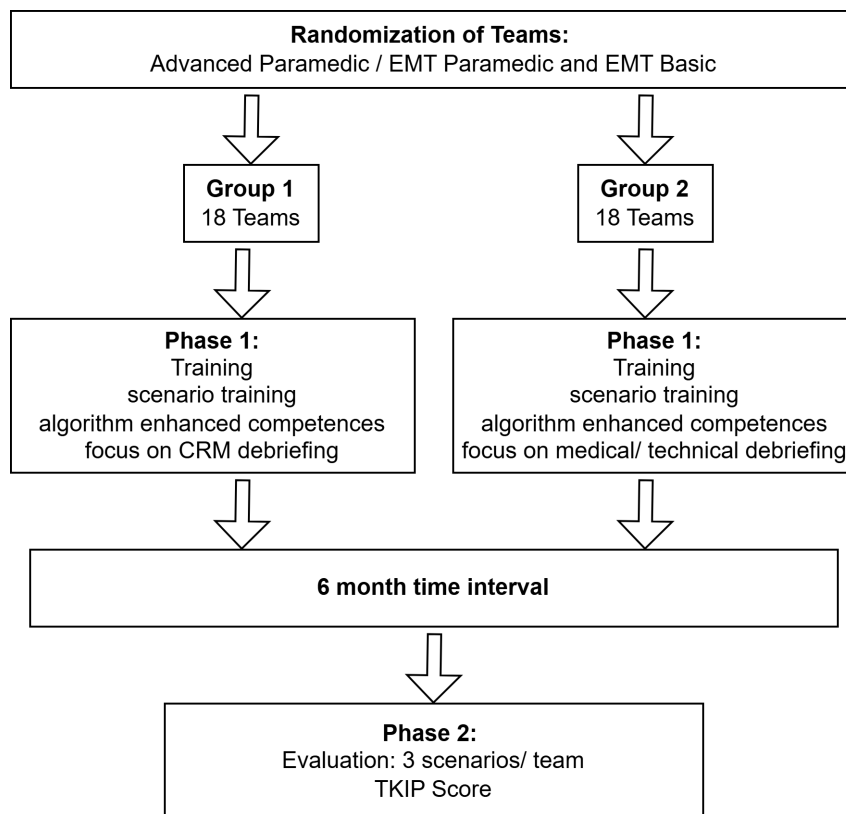


Figure 1: Flow chart of the study. The debriefing only includes the non-technical skills in one study arm  
EMT: emergency medical technician, CRM: crisis resource management, TKIP: Time-key-item-product score

## Setting and population

We enrolled 36 active EMS teams from the operational area of Uelzen, Germany. The study of Haerkens et al. was used as the basis for the number of cases (power 80%) [9]. The rescue service had a total of 125 employees. All participants gave written informed consent, and participation in the study was voluntary. The training (see table 2) was included in the mandatory annual EMS training in Germany.

The teams consisted of an advanced EMT practitioner (either an EMT paramedic or an advanced paramedic) as a team leader and a EMT basic participant. All activities adhered to the standard operating procedures and were chosen by the EMS medical director. The participants were randomly assigned to two groups: the technical debriefing and the non-technical debriefing study arms, using an online randomization tool [<https://www.randomizer.org/>]. Advanced paramedics and Basic-EMT worked together in their original team constellations. The time frame in our study adhered to the time frames used



**Table 3:** Data are given in mean and SD or median and IQR, minimum and maximum in brackets according to distribution. Kolmogorov-Smirnov test: time to diagnosis  $p < 0,001$ ; time to completion  $> 50\%$   $p = 0,20$ ; time to completion  $> 75\%$   $p < 0,001$ ; TKIP  $p = 0,20$

CRM: Crisis Resource Management debriefing, Tech: technical debriefing, TKIP: Time-key-item-product

	CRM	Tech	P
Time to diagnosis (s)	183,24±94,93	183,55 ± 91,96	0,431
Completed key items (no.)	19,73+2,60 (16-25)	19,93+2,71 (12-23)	0,419
Time to completion, $> 50\%$ (s)	245 IQR 188 (85-390)	208 IQR 149 (100-600)	0,379
Time to completion, $> 75\%$ (s)	393,55±165,97	387,29±147,89	0,404
TKIP	50,67 IQR 17,83 (31,57-68,11)	56,22 IQR 20,16 (28,95-77,78)	0,399

## Rating factors of non-technical skills

As the study results are based on the completeness of the medical procedures, selected factors of non-technical skills were evaluated separately. The following factors were determined by the authors: using/ reviewing checklists, implementing checklists, communicating checklist content, and team communication (10-for-10). The 10-for-10 concept describes a short timeout (10 seconds) in the work process during which all information, ideas, and any concerns are exchanged. Then, the treatment plan for the next 10 minutes is communicated [11]. All videos were analysed by experienced trainers ( $> 10$  years of simulation experience, training in accordance with regional German protocol). The Mangold interactive video analysis software was used (Mangold INTERACT Version 2023, Arnstorf, Germany). The number of interactions of non-technical skills was recorded for each scenario and presented as a total.

## Statistics

All collected data were processed with SPSS 26 (IBM, Corporation, USA). Event times of the TKIP-Score were measured using a stopwatch and displayed in Kaplan-Meier curves. Differences were analysed using the log-rank test. All data were tested for normal distribution using the Kolmogorov-Smirnov test. Descriptive data were presented according to frequency. Differences between the study arms were analysed using the Mann-Whitney U test. The Mann-Whitney-U test was also used to analyse differences between the investigated groups according to the frequency of CRM procedures.

## Results

### Demographic data

Of the 36 teams initially trained (18 per group), three were unavailable due to illness and withdrew from the study or job rotation. In phase two, 15 teams per group participated in the evaluated scenarios. The following professionals were assigned: nine advanced paramedics, six EMT paramedics, 15 EMT basic (group "CRM"; seven females, 23 males), and nine advanced paramedics, six EMT paramedics, 15 basic EMT (group "tech"; nine fe-

males, 21 males). The mean age of the team leader was 39,2±8,1 years (group "CRM" 47,9±7,5 years; group "tech" 36,5±7,8 years).

### Effect of debriefing on time and adherence to key items and non-technical skills

Comparing performance with CRM and technical training, we found no significant difference in TKIP-Score (see table 3). With this model, all patients were treated with the same quality of care. There was also no difference in the number of non-technical skill methods used in the two study arms (see table 4).

### TKIP score for overall team performance

The evaluation of the number of teams with the time used to fulfil 50 or 75% of the required items is shown as Kaplan-Meier graphs in figure 3. Not all teams have successfully attained the 75% item completion benchmark. It was apparent that less than half of the teams were able to perform 75% of the required procedures in the "obstructive pulmonary disease" scenario. Overlooked procedures and the frequency of their omission are detailed in table 3.

### Effect of CRM use on time and adherence to key items according to type of scenario

In both groups, the defined methods for supporting non-technical skills were described in their number of applications. The Mann-Whitney U test showed no significant difference between the groups for any measure, with the overall number of applications being very low. Even the most applied communication tool (10-for-10) [11] was scarcely used, with approximately one to three teams using this tool. The detailed data is presented in table 4.

**Table 4: Missing items in the 75% evaluation with frequencies in brackets. Both basic and extended procedures are represented**  
CRM: Crisis Resource Management debriefing, Tech: technical debriefing

Scenario	CRM	Tech
<b>Pumonary edema</b>	Anamnesis (2) Application nitroglycerin (2) Correct dose nitroglycerin (2)	Anamnesis (2) Application nitroglycerin (2) Correct dose nitroglycerin (2) Application furosemide (2) Correct dose furosemide (2)
<b>Tension pneumothorax</b>	Positioning (6) Call out criteria for needle decompression (5) Call out diagnosis (3)	Positioning (4) Call out criteria for needle decompression (5) Call out diagnosis (1) Emergency call (1)
<b>Obstructive pulmonary disease</b>	Ipratropium-inhalation (11) Ipratropium correct dose (11) Call out diagnosis (8)	Ipratropium-inhalation (11) Ipratropium correct dose (11) Steroid correct dose (7) Call out diagnosis (7) Emergency call (7)

## Discussion

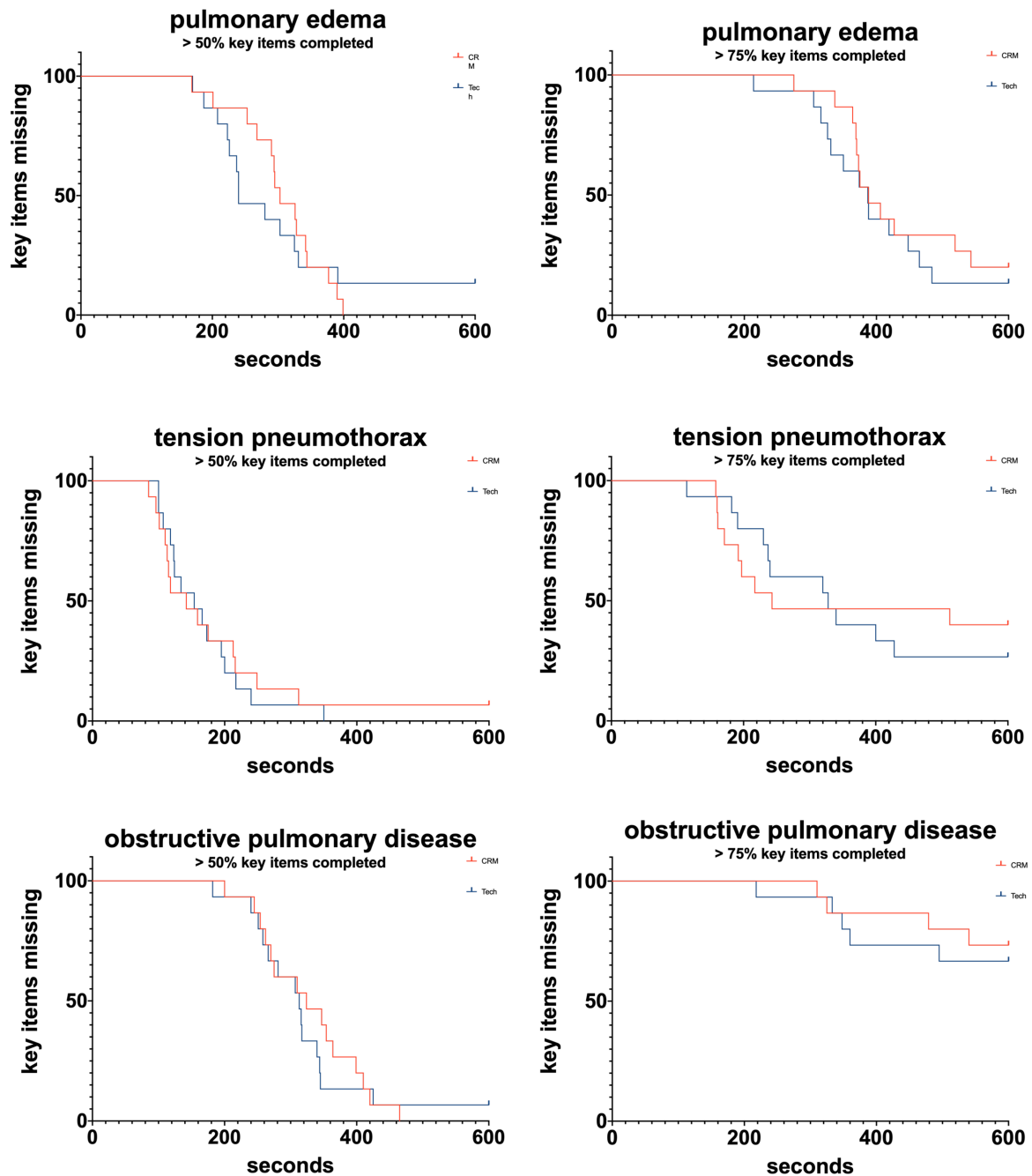
This study investigated a didactic learning intervention and its effect on patient care in a simulated environment. This study aimed to assess the efficacy of a CRM/non-technical skill training in comparison to algorithm-based technical training and to provide valuable insight to the medical directors for planning and optimizing future regular training programs and curricula. We chose to focus on respiratory distress scenarios, as they are routinely practiced by rescue teams. Relying on an analysis that showed that almost 8.2% of pre-hospital care cases were associated with this presentation [22], we assumed that the study participants had experience in providing pre-hospital care in the said setting. A caveat was thoracentesis, as this procedure was rarely performed [16].

There was no difference between the quality of performance of CRM and tech-group in the delivery of medical procedures. After analyzing the frequency of use of Crisis Resource Management tools, this result does not come as a surprise, as the results of both groups were similarly low. A growing awareness of the importance of CRM and NTS started around the year 2000, and in 2014, they were integrated into the advanced paramedic curriculum. Another development was the possibility for advanced training for EMT paramedics, at the end of which they would become certified advanced paramedics. The training was not regulated, and the trainees' NTS were evaluated via an oral exam [[https://www.gesetze-im-internet.de/notsang/\\_2a.html](https://www.gesetze-im-internet.de/notsang/_2a.html)]. According to Jünger et al., the oral examination is not a suitable assessment method of application competence [23]. Similar framework conditions also apply to the emergency physician course, in which the CRM content was integrated in 2018 [24]. As in the EMT course, the examination is also conducted as an oral exam. Transferring knowledge from advanced training to everyday life poses a challenge that courses can't fully meet. A productive approach to integrate the learned material in teams requires both positive support and negative comments [25], meaning that negative feedback should be given when interventions

are not applied. In an earlier study about learned skills integration into real-life emergency caesarian sections, we found that feedback on non-applied new content is not frequently given [26]. Our study led us to conclude that the current curricular integration and transfer climate are insufficient for CRM and NTS integration into routine practice in the field – a one-time 8-hour intervention is inadequately short for a change in these framework conditions. Our findings and data interpretation correspond to the current literature, which found that changes in the medical environment take 17 years before being fully integrated [27]. The duration of successfully described trainings in the context of CRM varies from one day to a prolonged concept [10], [28]. It is therefore necessary to analyze the specific target group. Backgrounds are described as multifactorial.

The analysis of the non-implemented procedures in the 75% analysis shows that procedures from both the basic and the extended are not implemented. Other studies have also shown that experienced emergency medicine practitioners do not execute all required measures in an emergency, emphasizing the importance of checklist implementation by all emergency care practitioners [21], [29], [30]. Our study shows that further medical training doesn't improve CRM skills and that a focused CRM-method-focused training is essential. The data from the scenarios can be used for self-reflection by the teams.

The study participants were aware that they were constantly observed and evaluated, which could result in bias due to the observation effect. Notably, the participants scarcely used any checklists. A point that led us to conclude that if the observation effect was indeed influencing their behaviour, they were convinced that checklist usage was discouraged. Possible reasons for deficient checklist implementation could be cultural acceptance, poor training, and faulty implementation strategies [30]. Additionally, the lack of acceptance for the use of checklists has been established for decades in German emergency medical services training as well as in professional practice. Only relatively recently has "having to look something up" stopped being seen as an admission of weakness.



**Figure 3: Kaplan Meyer graphs of the simulated scenarios. Key items missing for the groups “>50%” and “>75%” are depicted** Type of debriefing is shown in red (crm-debriefing) and blue (tech-debriefing). Log rank test: pulmonary edema 50%  $p=0,9158$ ; pulmonary edema 75%  $p=0,4747$ ; tension pneumothorax 50%  $p=0,7748$ ; tension pneumothorax 75%  $p=0,7807$ ; obstructive pulmonary disease 50%  $p=0,6794$ ; obstructive pulmonary disease 75%  $p=0,6753$ .

An intervention such as the one-time training in this study design is therefore unlikely to lead to a significant change in the use of checklists.

One of the main takeaways of the studies is the necessity of checklist integration into pre-hospital patient care. According to other studies, this implementation must also include team training, tracking of adoption, resources, and organization [31]. Future studies could evaluate checklist utilization and other incident training methods.

## Limitations

In our study, we applied the TKIP score developed by Just et al. for the first time [21]. Retrospectively, the prioritization of important procedures could’ve been beneficial and could be used as a factor of importance. For example, an important procedure could get the score of two minor procedures. Another important factor that arose during our study is the application of measures that harm the patient. We have not observed such cases in our scenarios, but the application of contraindicated measures should be considered in further studies.

In our study, the teams were not differentiated according to their expertise level in order to simulate the reality of the work environment in an ambulance. It is possible that this team appointment influenced the results. Team structuring could be modified and made according to experience could be beneficial in a target group-oriented learning setting.

The skills that were measured in this study are a part of the professional standard of advanced and basic EMTs, and therefore, a single targeted training that took place six months before the evaluation does not reveal a significant difference. Further studies with more frequent training and review intervals may be more appropriate. Due to the complex study design, the research question could only be fully addressed in a small subset of cases. As a monocentric study, it cannot be assumed that the results represent every rescue service in Germany. As mentioned above, there are major differences in terms of training and organization [17]. Nevertheless, we believe that the results of our study can be used to prioritize training evaluation to describe the situation. The current study in the local area can be used as an example for other medical directors.

## Conclusion

The aim of the study was to provide recommendations for the responsible directors in the emergency services to optimize the regular training programs. The main goal of the study was to assess the efficacy of a CRM/ non-technical skill training in comparison to algorithm-based technical skill training. Our hypothesis that a one-day CRM training course would have a positive impact on patient care has not been confirmed. As in other studies in the field, neither team performed all medical procedures. Despite the acknowledged value of checklists, they remain underused. We conclude that to integrate non-technical skills in a real-life pre-hospital setting, it must be included in the emergency medicine service curricula alongside regular technical medical training.

## Acknowledgements

The authors thank all EMS professionals who participated in this study. We thank Florian Hempel for his support in the study planning. Finally, we thank Michael von Geysso, as Heinz and Tim Meierhoff from the German Red Cross Uelzen, for their support in conducting this study. We thank Alan Gutman for linguistic review.

## Notes

### Author contributions

All authors listed have contributed sufficiently to the project. HE: conception and design of the study, acquisi-

tion of data, analysis and interpretation of data, drafting the manuscript; JH: acquisition of data, drafting the manuscript; MR: acquisition and interpretation of data, drafting the article; MF: conception and design of the study, drafting the manuscript.

### Authors' ORCIDs

- Hendrik Eismann: [0000-0003-0962-8091]
- Markus Flentje: [0000-0003-3686-8998]

### Ethic

The study was approved by the ethics committee of the Hannover Medical School (no. 3635-2017).

### Funding

The study was financed with departmental funds.

### Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

## References

1. Hagemann V, Kluge A, Ritzmann S. High Responsibility Teams – Eine systematische Analyse von Teamarbeitskontexten für einen effektiven Kompetenzerwerb [High Responsibility Teams – A systematic Analysis of Teamwork Contexts for effective competence acquisition]. *J Psychol Alltagshandel.* 2011;4(1):22-42.
2. Helmreich RL. On error management: lessons from aviation. *BMJ.* 2000;320(7237):781-785. DOI: 10.1136/bmj.320.7237.781
3. Fliin R, Patey R. Non-technical skills for anaesthetists: developing and applying ANTS. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2011;25(2):215-227. DOI: 10.1016/j.bpa.2011.02.005
4. Fliin R, Patey R. Improving patient safety through training in non-technical skills. *BMJ.* 2009;339:b3595. DOI: 10.1136/bmj.b3595
5. Institute of Medicine (US) Committee on Quality of Health Care in America, Kohn LT, Corrigan JM, Donaldson MS, editors. *To Err is Human: Building a Safer Health System.* Washington (DC): National Academies Press (US); 2000.
6. Landrigan CP, Parry GJ, Bones CB, Hackbarth AD, Goldmann DA, Sharek PJ. Temporal Trends in Rates of Patient Harm Resulting from Medical Care. *N Engl J Med.* 2010;363(22):2124-2134. DOI: 10.1056/NEJMSa1004404
7. Parsons JR, Crichlow A, Ponnuru S, Shewokis PA, Goswami V, Griswold S. Filling the Gap: Simulation-based Crisis Resource Management Training for Emergency Medicine Residents. *West J Emerg Med.* 2018;19(1):205-210. DOI: 10.5811/westjem.2017.10.35284
8. Flentje M, Eismann H, Sieg L, Hagemann V, Friedrich L. Impact of Simulator-Based Crisis Resource Management Training on Collective Orientation in Anaesthesia: Pre-Post Survey Study With Interprofessional Anaesthesia Teams. *J Med Educ Curric Dev.* 2020;7:2382120520931773. DOI: 10.1177/2382120520931773

9. Haerkens MH, Kox M, Lemson J, Houterman S, van der Hoeven JG, Pickkers P. Crew Resource Management in the Intensive Care Unit: a prospective 3-year cohort study. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2015;59(10):1319-1329. DOI: 10.1111/aas.12573
10. Truta TS, Boeriu CM, Lazarovici M, Ban I, Petrișor M, Copotoiu SM. Improving Clinical Performance of an Interprofessional Emergency Medical Team Through a One-day Crisis Resource Management Training. *J Crit Care Med (Targu Mures)*. 2018;4(4):126-136. DOI: 10.2478/jccm-2018-0018
11. Rall M, Lackner CK. Crisis Resource Management (CRM). *Notfall Rettungsmed*. 2010;13(5):349-356. DOI: 10.1007/s10049-009-1271-5
12. Clarke S, Horeczko T, Carlisle M, Barton JD, Ng V, Al-Somali S, Bair AE. Emergency medicine resident crisis resource management ability: a simulation-based longitudinal study. *Med Educ Online*. 2014;19:25771. DOI: 10.3402/meo.v19.25771
13. Lynch A. Simulation-based acquisition of non-technical skills to improve patient safety. *Semin Pediatr Surg*. 2020;29(2):150906. DOI: 10.1016/j.sempedsurg.2020.150906
14. Arriaga AF, Bader AM, Wong JM, Lipsitz SR, Berry WR, Ziewacz JE, Hepner DL, Boorman DJ, Pozner CN, Smink DS, Gawand AA. Simulation-Based Trial of Surgical-Crisis Checklists. *N Engl J Med*. 2013;368(3):246-253. DOI: 10.1056/NEJMs1204720
15. Sefrin P. Geschichte der Notfallmedizin in Deutschland - unter besonderer Berücksichtigung des Notarztdienstes [History of the rescue service in Germany—especially in regard to emergency medicine]. *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther*. 2003;38(10):623-629. DOI: 10.1055/s-2003-42506
16. Flentje M, Block M, Sieg L, Seebode R, Eismann H. Erweiterte Maßnahmen und interprofessionelle Konflikte nach Einführung des Berufsbildes Notfallsanitäter. *Notfall Rettungsmed*. 2018;21(5):374-382. DOI: 10.1007/s10049-018-0419-6
17. Ostmeier S, Eismann H, Hofmann T, Flentje M. Überprüfung der Kompetenzen von Notfallsanitätern – Umfragestudie zu Umsetzung und Rahmenbedingungen durch Ärztliche Leiter Rettungsdienst [Review of emergency paramedic competencies – survey on implementation and frameworks condition by directors of medical emergency services]. *Notarzt*. 2021;37(5):270-277. DOI: 10.1055/a-1488-5625
18. Gaba DM, Howard SK, Fish KJ, Smith BE, Sowb YA. Simulation-Based Training in Anesthesia Crisis Resource Management (ACRM): A Decade of Experience. *Simul Gaming*. 2001;32(2):175-193. DOI: 10.1177/104687810103200206
19. Eismann H, Palmaers T, Hagemann V, Flentje M. Training of airway management for anesthesia teams - Measurement of transfer into daily work routine by questionnaire. *J Med Educ Curric Dev*. 2021;8:23821205211063363. DOI: 10.1177/23821205211063363
20. Stone-Romero EF. Research strategies in industrial and organizational psychology: Nonexperimental, quasi-experimental, and randomized experimental research in special purpose and nonspecial purpose settings. In: Zedeck S, editor. *APA handbook of industrial and organizational psychology, Vol 1: Building and developing the organization*. Worcester (MA): American Psychological Association; 2011. p.37-72. DOI: 10.1037/12169-002
21. Just KS, Hubrich S, Schmidtke D, Scheifes A, Gerbershagen MU, Wappler F, Grrensemam J. The effectiveness of an intensive care quick reference checklist manual—a randomized simulation-based trial. *J Crit Care*. 2015;30(2):255-260. DOI: 10.1016/j.jcrc.2014.10.007
22. Sefrin P, Händlmeyer A, Kast W. Leistungen des Notfall-Rettungsdienstes. Ergebnisse einer bundesweiten Analyse des DRK 2014. *Notarzt*. 2015;31(04):S34-S48. DOI: 10.1055/s-0035-1552705
23. Jünger J, Just I. Recommendations of the German Society for Medical Education and the German Association of Medical Faculties regarding university-specific assessments during the study of human, dental and veterinary medicine. *GMS Z Med Ausbild*. 2014;31(3):Doc34. DOI: 10.3205/zma000926
24. Bundesärztekammer. (Muster-)Kursbuch Allgemeine und spezielle Notfallbehandlung. Berlin: Bundesärztekammer; 2022. Zugänglich unter/available from: <https://www.bundesaerztekammer.de/themen/aerzte/aus-fort-und-weiterbildung/aerztliche-weiterbildung/muster-kursbuecher>
25. Taylor PJ, Russ-Eft DF, Chan DW. A meta-analytic review of behavior modeling training. *J Appl Psychol*. 2005;90(4):692-709. DOI: 10.1037/0021-9010.90.4.692
26. Flentje M, Eismann H, Höltje M, Hagemann V, Brodowski L, von Kaisenberg C. Transfer of an interprofessional emergency caesarean section training program: using questionnaire combined with outcome data of newborn. *Arch Gynecol Obstet*. 2020;302(3):585-593. DOI: 10.1007/s00404-020-05617-z
27. Morris ZS, Wooding S, Grant J. The answer is 17 years, what is the question: understanding time lags in translational research. *J R Soc Med*. 2011;104(12):510-520. DOI: 10.1258/jrsm.2011.110180
28. Gartland R, Conlon L, Livingston S, Glick JE, Bach G, Abboud ME. Resuscitation Leadership Training: A Simulation Curriculum for Emergency Medicine Residents. *MedEdPORTAL*. 2022;18:11278. DOI: 10.15766/mep\_2374-8265.11278
29. St.Pierre M, Luetcke B, Strembski D, Schmitt C, Breuer G. The effect of an electronic cognitive aid on the management of ST-elevation myocardial infarction during caesarean section: a prospective randomised simulation study. *BMC Anesthesiol*. 2017;17(1):46. DOI: 10.1186/s12871-017-0340-4
30. Kerner T, Schmidbauer W, Tietz M, Marung H, Genzwuerker HV. Use of checklists improves the quality and safety of prehospital emergency care. *Eur J Emerg Med*. 2017;24(2):114-119. DOI: 10.1097/MEJ.0000000000000315
31. Bosk CL, Dixon-Woods M, Goeschel CA, Pronovost PJ. Reality check for checklists. *Lancet*. 2009;374(9688):444-445. DOI: 10.1016/s0140-6736(09)61440-9

**Corresponding author:**

PD Dr. med. Markus Flentje, DESA, MME  
Hannover Medical School, Department of Anaesthesiology and Intensive Care Medicine, Carl-Neuberg-Str. 1,  
D-30625 Hannover, Germany  
flentje.markus@mh-hannover.de

**Please cite as**

*Eismann H, Halser J, Robert M, Flentje M. A randomised study on the comparative performance of German paramedics after technical versus non-technical skills training. GMS J Med Educ. 2026;43(5):Doc64. DOI: 10.3205/zma001858, URN: urn:nbn:de:0183-zma0018582*

**This article is freely available from**

<https://doi.org/10.3205/zma001858>

**Received:** 2025-06-12

**Revised:** 2026-01-13

**Accepted:** 2026-02-16

**Published:** 2026-06-15

**Copyright**

©2026 Eismann et al. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 License. See license information at <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

# Eine randomisierte Studie zum Performancevergleich von deutschem Rettungsdienstfachpersonal nach technischem oder nicht-technischem Training

## Zusammenfassung

**Hintergrund:** Das Arbeitsumfeld der prähospitalen Notfallmedizin stellt die Rahmenbedingungen einer Hochrisikoorganisation dar. Nicht-technische Kompetenzen sind eine wichtige Grundlage für erfolgreiche Teamleistungen. In Deutschland wurde 2014 ein neues Berufsbild – Notfallsanitäter:in – eingeführt, für das erstmals auch nicht-technische Kompetenzen in den Lehrplan aufgenommen wurden. Erstmals wurde geregelt, wie Rettungsfachpersonal bei ausgewählten erweiterten Maßnahmen, wie beispielsweise der Verabreichung ausgewählter Medikamente, vorgehen. Notfallsanitäter:innen müssen jährlich 30 Stunden Fortbildung absolvieren. Da es keine inhaltlichen Vorgaben gibt, haben wir untersucht, ob die Ausbildung nicht-technischer oder technischer Kompetenzen die Versorgung eines simulierten Patienten verbessert. Die Ergebnisse sollen Aufschluss darüber geben, welche Schwerpunkte in der Fortbildung gesetzt werden sollten.

**Methode:** Die Teams wurden während der Fortbildung randomisiert und die Nachbesprechungen fanden je nach Studienarm mit Schwerpunkt auf nicht-technischen Fähigkeiten oder Algorithmen basierten technischen Fertigkeiten statt. Sechs Monate später bewerteten wir die Leistung der Teams in einem Simulationsszenario anhand des „Time-Key-Item-Product“ Scores und der Anwendung von Methoden des Incident Managements.

**Ergebnisse:** Beim Vergleich der Leistung mit Crisis Resource Management (CRM)/ nicht-technischen Fähigkeiten und technischer Ausbildung fanden wir keinen signifikanten Unterschied im Time-Key-Item-Product score (TKIP). Auch bei der Anwendung von Methoden des Incident Managements gab es keine Unterschiede. Checklisten wurden nur in geringer Anzahl verwendet. Über die Hälfte der Teams schaffte es nicht, 75 % der geforderten Maßnahmen im Szenario durchzuführen.

**Schlussfolgerung:** Es fällt auf, dass nur wenige Gruppen alle geforderten Maßnahmen durchgeführt haben. Die unvollständige Behandlung lässt darauf schließen, dass die Verwendung von Checklisten Notfallteams helfen kann. Der Umgang mit nicht-technischen Fähigkeiten sollte intensiv trainiert werden, da deren Einsatz noch nicht routinemäßig zu erfolgen scheint.

**Schlüsselwörter:** Ausbildung, medizinisches Personal, nicht-technische Fähigkeiten, medizinische Simulation

## Hintergrund

Die prähospitale Notfallversorgung ist ein Beispiel für ein besonderes Arbeitsumfeld. Der enorme Stress einer Notfallsituation, Zeitdruck und die Verfügbarkeit begrenzter Informationen sind einige Faktoren, die sich negativ auf die Qualität der Patientenversorgung auswirken. Aus psychologischer Sicht wird dieses Umfeld als High-Risk Organization (HRO) bezeichnet [1]. Es wurde nachgewie-

sen, dass nicht-technische Fähigkeiten (NTS) die Ergebnisse in einer HRO-Umgebung verbessern [2]. Nicht-technische und technische Fähigkeiten gehören dabei zu unterschiedlichen Kategorien. Zu den NTS gehören Kategorien wie Aufgabenmanagement, Situationsbewusstsein, Teamarbeit und Entscheidungsfindung. Im Gegensatz dazu beschreiben technische Fähigkeiten die Fertigkeit Verfahren wie Intubation, Thorakotomie usw. durchzuführen [3], [4]. „To err is human“ war die erste von mehreren Publikationen, die sich mit vermeidbaren Fehlern und deren Prävention befassten [5], [6], [7]. Einige

Hendrik Eismann<sup>1</sup>

Jörn Halser<sup>2</sup>

Mathias Robert<sup>2</sup>

Markus Flentje<sup>1</sup>

1 Medizinische Hochschule Hannover, Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin, Hannover, Deutschland

2 Deutsches Rotes Kreuz, Rettungsdienst, Uelzen, Deutschland

**Tabelle 1: Berufsgruppen und Zuständigkeitsbereiche im deutschen Rettungsdienst (ohne Notärzte)**

EMT: Emergency Medical Technician, EMS: Emergency Medical System

Berufsgruppe im deutschen Rettungsdienst	Beschreibung auf Englisch	Aufgaben	Ausbildungsdauer
<b>Rettungssanitäter (RettSan)</b>	EMT Basic	Führen des Fahrzeugs, Funkkontakt mit der Leitstelle; Unterstützung bei der Patientenversorgung	6 Monate
<b>Rettungsassistent (RettAss)</b>	EMT Paramedic	Verantwortung für die Patientenversorgung, Verabreichung von Medikamenten, erweiterte Versorgungsmaßnahmen gemäß den Vorgaben der Ärztlichen Leitung Rettungsdienst, anderer rechtlicher Status als der des Notfallsanitäters	2 Jahre
<b>Notfallsanitäter (NotSan)</b>	Advanced Paramedic	Verantwortung für die Patientenversorgung, Verabreichung von Medikamenten, erweiterte Versorgungsmaßnahmen auf der Grundlage eines Bundesgesetzes	3 Jahre
<b>Ärztliche Leitung Rettungsdienst (ÄLRD)</b>	EMS Medical Director	Qualitätsmanagement, Festlegung von Versorgungsstandards, Fortbildung nichtärztlicher Mitarbeiter	Facharzt + 1-wöchiger Kurs

dieser Arbeiten hoben den Mangel an NTS hervor und betrachteten deren Optimierung als einen Faktor, der selbst in erfahrenen Notfallteams verbessert werden könnte [8], [9], [10]. Trainingsprogramme, die sich auf NTS konzentrieren, werden als Crisis Resource Management-Kurse (CRM) bezeichnet, analog zu den Crew Resource Management-Kursen, die in der Luftfahrt eingesetzt werden [11]. Obwohl CRM-Schulungen bereits in verschiedene Lehrpläne für Rettungsdienste integriert sind, bleibt unklar, ob die während des Kurses entwickelten Kompetenzen Teil der täglichen Praxis bleiben oder kontinuierlich verbessert werden müssen. Simulierte Szenarien können Aufschluss darüber geben, ob solche kontinuierlichen NTS-Schulungen notwendig sind [12], [13]. Ein messbarer Indikator für die Qualität der medizinischen Versorgung ist das Verhältnis der durchgeführten medizinischen Maßnahmen zu den in den Standardarbeitsanweisungen empfohlenen Maßnahmen. Studien haben gezeigt, dass bis zu 23% der notwendigen (Arbeits-) Schritte in Notfällen nicht durchgeführt werden [14]. Rettungsdienste (EMS) in Europa umfassen eine Vielzahl von Berufsbezeichnungen – die deutschen und französischen Systeme basieren auf Notärzt:innen, während in den englischsprachigen Ländern Systeme vorherrschen, die sich auf Paramedics konzentrieren [15]. Die Ausbildung für nichtärztliche Rettungsdienstmitarbeiter wurde 2014 reformiert [<https://www.gesetze-im-internet.de/notsang/BJNR134810013.html>]. Es wurde ein neues Berufsbild für eine dreijährige Ausbildung eingeführt: Notfallsanitäter (NotSan). Der NotSan ersetzt dabei die zweijährig ausgebildete Rettungsassistenten (RettAss). Während der Studie übernahmen die Fachkräfte beider Berufsbilder die führende Rolle, unterstützt von Rettungssanitätern (RettSan). Die unterschiedlichen Aufgaben der Berufsgruppen sind in Tabelle 1 dargestellt. Die deutschen Rettungsdienstbereiche sind verpflichtet, einen Arzt oder eine Ärztin als Ärztliche Leitung Rettungs-

dienst zu ernennen, der für die Aus- und Weiterbildung der nichtärztlichen Rettungsdienstmitarbeiter verantwortlich ist. Gemäß den Standard Operating Procedures (SOP) legt die Ärztliche Leitung Rettungsdienst Art und Umfang der erweiterten Verfahren fest, die die Auszubildenden beherrschen müssen. Die Ärztliche Leitung Rettungsdienst ist auch für die regelmäßige Qualitätskontrollen des Rettungsdienstpersonals zuständig. In früheren Studien haben wir festgestellt, dass sich die fachlichen Empfehlungen, Schulungen und Prüfungen in Deutschlands erheblich unterscheiden [16], [17]. Die derzeitige Heterogenität der didaktischen Ansätze macht deutlich, dass ein universeller Standardansatz noch etabliert werden muss. CRM ist bereits in den Ausbildungslehrplänen für Rettungsdienstmitarbeitende integriert. Es ist jedoch unklar, ob diese einmalige Schulung ausreicht, um die Fähigkeiten in die tägliche Arbeit zu integrieren, oder ob auch dieses Thema in Fortbildungen wiederholt werden soll. Daher sind eine kontinuierliche Bewertung und wissenschaftliche Überwachung entscheidend für die Entwicklung des besten Weges zur Umsetzung in die Praxis. Ziel dieser Studie war es, die Wirksamkeit eines CRM/NTS-Trainings versus eines Algorithmus-zentrierten Trainings technischer Fertigkeiten durch die Bewertung der Patientenversorgung in einer simulierten Umgebung zu vergleichen. Unter Berücksichtigung der aktuellen Literatur stellten wir die Hypothese auf, dass die CRM-Gruppe aufgrund der Anwendung nicht-technischer Fertigkeiten eine schnellere und umfassendere Patientenversorgung bieten würde. Die Ergebnisse der Studie können Entscheidungsträgern als Orientierung dienen, um die Art des Trainings in zukünftigen Lehrplänen zu priorisieren und so eine optimale Patientenversorgung zu gewährleisten.

Tabelle 2: Kursprogramm für das simulationsbasierte Training (Tag 1 der Studie)

Zeitplan	Methode	Inhalt	Lernziel
10 Minuten	Unterrichtsgespräch	Begrüßung, Lernziele	Die Teilnehmer kennen die Lernziele Lernziele des Kurses.
45 Minuten	Vortrag	Ursachen und Pathophysiologie von Atemnot	
45 Minuten	Simulation mit Nachbesprechung nach Studienarm	Szenario z. B. - Spannungspneumothorax - Lungenödem - Obstruktive Lungenerkrankung	Behandlung gemäß SOP der Ärztlichen Leitung Rettungsdienst
45 Minuten	Simulation mit Nachbesprechung nach Studienarm		
45 Minuten	Simulation mit Nachbesprechung nach Studienarm		
45 Minuten	Simulation mit Nachbesprechung nach Studienarm		
45 Minuten	Simulation mit Nachbesprechung nach Studienarm		
45 Minuten	Simulation mit Nachbesprechung nach Studienarm		
20 Minuten	Unterrichtsgespräch	Feedback, Kursbewertung	

## Materialien und Methoden

### Studiendesign

Die Studie wurde als randomisierte Interventionsstudie durchgeführt. Alle Studienteilnehmer erhielten das gleiche Training zum Thema Atemnot und konnten das Gelernte in simulierten Szenarien anwenden. Sie wurden dabei einer von zwei Studiengruppen zugewiesen. Die erste Gruppe erhielt ein simulationsbasiertes Training mit einer auf medizinische und technische Themen fokussierte Nachbesprechung, während die Teilnehmenden der zweiten Gruppe zusätzlich einen theoretischen Input zum Thema CRM erhielten und eine Nachbesprechung durchführten, die sich auf nicht-technische Fähigkeiten konzentrierte. Am ersten Tag fokussierten sich alle Trainingsszenarien (siehe Tabelle 2) auf Atemnot. Die klinischen Szenarien, die später in die Testszenarien integriert wurden, wurden am ersten Tag geübt. Am zweiten Tag erhielten alle Gruppen identische Testszenarien.

Sechs Monate nach dem ersten Training wurden alle Teams anhand von drei vorprogrammierten Simulationsszenarien (SimDesigner, Laerdal Medical, Norwegen) bewertet (siehe Abbildung 1). Die Szenarienbeschreibungen und Kontrollanweisungen sind im Anhang aufgeführt. Zwischen dem ersten Training und der Bewertungsphase fanden keine weiteren Schulungen oder Simulationsszenarien statt.

### Setting und Population

Wir haben 36 aktive Rettungsdienstteams aus dem Einsatzgebiet Uelzen, Deutschland, in die Studie aufgenommen. Als Grundlage für die Anzahl der Fälle (Power 80%) diente die Studie von Haerkens et al. [9]. Der Rettungsdienst hatte insgesamt 125 Mitarbeiter. Alle Teilnehmer gaben ihre schriftliche Einwilligung, und die Teilnahme an der Studie war freiwillig. Die Schulung (siehe Tabelle 2) war Teil der obligatorischen jährlichen Rettungsdienstschulung.

Die Teams bestanden aus einer erfahrenen Rettungsfachkraft (entweder einem Rettungsassistenten oder einem Notfallsanitäter) als Teamleiter und einem Rettungssanitäter. Alle Aktivitäten entsprachen den Standardarbeitsanweisungen und wurden von der Ärztlichen Leitung des Rettungsdienstes ausgewählt. Die Teilnehmer wurden mithilfe eines Online-Randomisierungstools [<https://www.randomizer.org/>] zufällig zwei Gruppen zugeordnet: dem technischen Debriefing und dem nicht-technischen Debriefing. Notfallsanitäter und Rettungsassistenten arbeiteten in ihren realen Teamkonstellationen zusammen. Der Schulungszeitrahmen in unserer Untersuchung entsprach dem Zeitrahmen anderer Studien [10] – alle Teams erhielten eine eintägige (acht Stunden inkl. Pausen) simulationsbasierte Schulung in der Ausbildungsstätte des Deutschen Roten Kreuzes in Uelzen, Deutschland. In Deutschland sind für medizinische Fortbildungen eintägige Kurse üblich. Viele Anbieter wählen dieses Format, welches bereits in mehreren Studien zum Einsatz gekommen ist. Alle Szenarien wurden mit einem SimMan Essential-Patientensimulator (Laerdal Medical, Norwegen), einem voll ausgestatteten Rettungsrucksack (Pax Wasserkuppe, X-CEN-TEK, Deutschland), einem Medumat Standard-Beatmungsgerät und Sauerstoffmodul (Weinmann Emergency Medical Technology GmbH, Deutschland) sowie einem Accuvac Rescue-Absauggerät (Weinmann Emergency Medical Technology GmbH, Deutschland) durchgeführt, die üblicherweise im Rettungsdienst der Teilnehmer verwendet werden. Alle Teilnehmer erhielten eine Einführung in die Funktionen des Patientensimulators.

Die Szenarien der Teams wurden entsprechend den Studienarmen nachbesprochen, wobei entweder der Schwerpunkt auf technischen Fähigkeiten und Krisenressourcenmanagement (CRM) oder auf medizinischen Themen und Therapiealgorithmen (TD) lag. Die technische Nachbesprechung konzentrierte sich auf die Einhaltung der Standardarbeitsanweisungen und behandelte den medizinischen Hintergrund jedes Szenarios. Die nicht-technische Nachbesprechung bestand aus einer Reihe

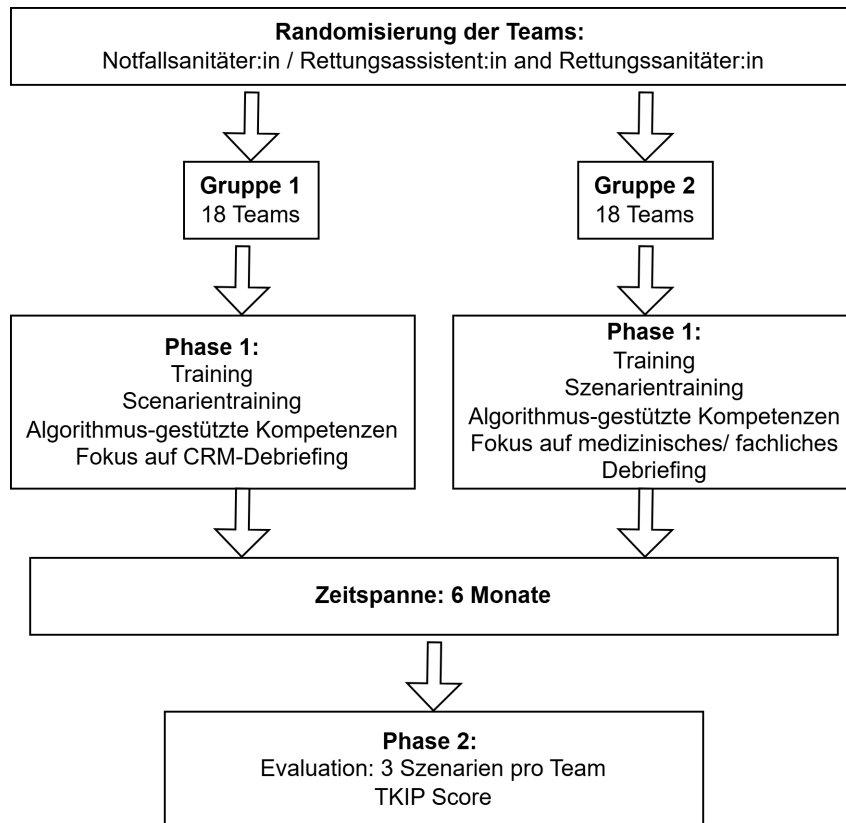


Abbildung 1: Flussdiagramm der Studie

EMT: Rettungssanitäter, CRM: Krisenressourcenmanagement, TKIP: Time-Key-Item-Product-Score

von Impulsfragen zu jedem Szenario und einer Nachbesprechung auf der Grundlage der CRM-Leitprinzipien von Gaba et al. [18].

## Datenerhebung

Die Teams wurden sechs Monate nach der ersten Schulung in drei Szenarien bewertet, wobei insgesamt 108 Szenarien durchgeführt wurden. Dieser Zeitraum von sechs Monaten wurde gewählt, da er eine Bewertung der langfristigen Anwendung der gelernten Inhalte ermöglicht [19], [20]. Als Teamleiter wurden NotSan und RettAss ernannt, die während des gesamten Studienzeitraums über die gleichen beruflichen Kompetenzen und Aufgaben im realen Leben verfügten. Jedes Szenario wurde mit DSone (ZYOS GmbH, Deutschland) als synchronisierte Multiscreen-Videos aufgezeichnet. Die demografischen Daten der Teams wurden mittels Fragebögen erhoben, während die Leistungsdaten anhand der aufgezeichneten Videos bewertet wurden. Die Daten wurden von zwei erfahrenen Ausbildern analysiert, die unabhängig vom Schulungsteam waren.

## Bewertung der Teamleistung

Die Teamleistung wurde anhand des Time-Key-Item-Product-Scores (TKIP) bewertet, der in anderen Studien entwickelt und verwendet wurde [21]. Der Score spiegelt eine umfassende Bewertung der Qualität der Durchführung der erforderlichen Maßnahmen und der Geschwin-

digkeit der Ausführung wider. Für jedes Szenario wurden alle erforderlichen Versorgungsschritte vorab definiert. In unserer Studie wurde die Gesamtdauer des Szenarios auf 600 Sekunden festgelegt. Wenn eine Maßnahme vollständig und korrekt vor der festgelegten Zeit durchgeführt wurde, wurde die Zeit der Fertigstellung dokumentiert. Die verbleibende Zeit bis 600 Sekunden, wird in den Score einbezogen. Wenn eine Maßnahme nicht durchgeführt wurde, beträgt der Wert für diesen Punkt 0 Sekunden. Die Summe der verbleibenden Zeiten aus allen Verfahren wird zur Ermittlung der TKIP-Punktzahl herangezogen, wobei die Höhe des Wertes die Qualität der Versorgung widerspiegelt (ein hoher TKIP-Wert steht für eine gute Leistung) (siehe Abbildung 2). Die Verdachtsdiagnose gilt als abgeschlossen, wenn die Diagnose laut ausgesprochen oder den Teammitgliedern mitgeteilt wurde. Die TKIP-Messung ermöglicht eine kombinierte Bewertung der Geschwindigkeit und Vollständigkeit der Patientenversorgung. In Übereinstimmung mit anderen Studien wurden auch die Referenzpunkte von 50% und 75% der erforderlichen Maßnahmen vorgestellt [21]. Um verschiedene Szenarien mit einer unterschiedlichen Anzahl von Punkten zu vergleichen, wurden die Endergebnisse unter Verwendung eines Umrechnungsfaktors verglichen. Beispielsweise wird das Endergebnis eines Szenarios mit acht Punkten mit dem Faktor 1,25 multipliziert, um es mit einem Szenario mit 10 Punkten zu vergleichen. Die wichtigsten Punkte in den Szenarien wurden aus den Behandlungsrichtlinien (SOP) übernommen.

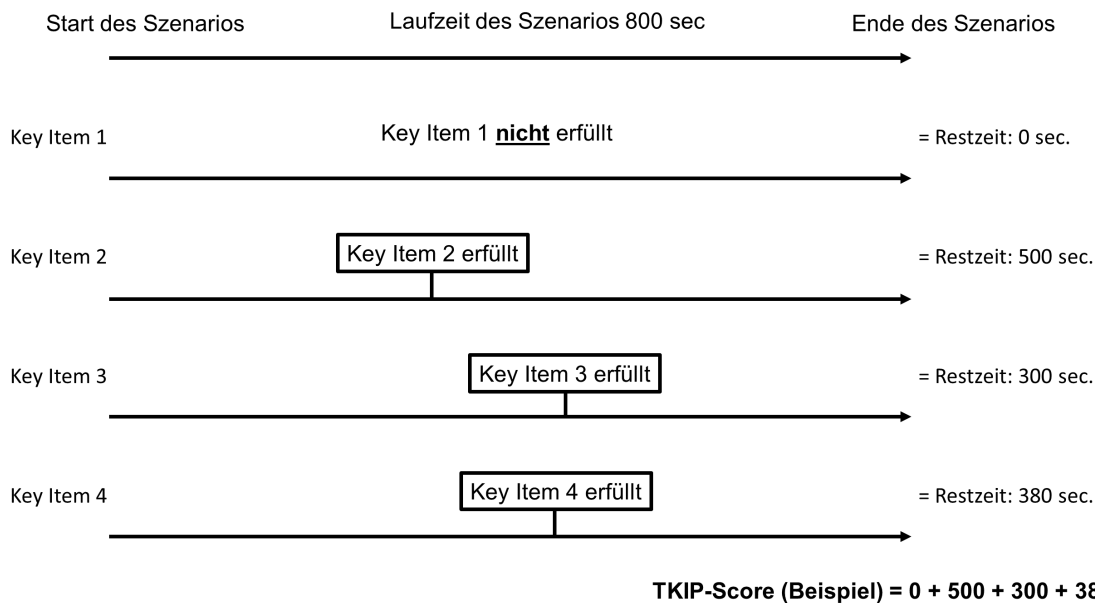


Abbildung 2: Prinzip des TKIP-Scores (Time-Key-Item-Product Score). Nach Abschluss der Versorgungsschritte (Key Item) wird die verbleibende Zeit auf 600 Sekunden berechnet. Die Summe aller verbleibenden Zeiten bewertet die Qualität der Versorgung

## Bewertungsfaktoren für nicht-technische Fähigkeiten

Da die Studienergebnisse auf der Vollständigkeit der medizinischen Verfahren basieren, wurden ausgewählte Faktoren der nicht-technischen Fähigkeiten separat bewertet. Die folgenden Faktoren wurden von den Autoren definiert: Verwendung/Überprüfung von Checklisten, Umsetzung von Checklisten, Kommunikation des Checklisteninhalts und Teamkommunikation (10-für-10). Das 10-für-10-Konzept beschreibt eine kurze Auszeit (10 Sekunden) im Arbeitsprozess, in der alle Informationen, Ideen und etwaige Bedenken ausgetauscht werden. Anschließend wird der Behandlungsplan für die nächsten 10 Minuten kommuniziert [11]. Alle Videos wurden von erfahrenen Trainern analysiert (>10 Jahre Simulationserfahrung). Es wurde die Videoanalysesoftware Mangold verwendet (Mangold INTERACT Version 2023, Arnstorf, Deutschland). Die Anzahl der Interaktionen nicht-technischer Fähigkeiten wurde für jedes Szenario aufgezeichnet und als Gesamtzahl dargestellt.

## Statistik

Alle gesammelten Daten wurden mit SPSS 26 (IBM, Corporation, USA) verarbeitet. Die Ereigniszeiten des TKIP-Scores wurden mit einer Stoppuhr gemessen und in Kaplan-Meier-Kurven dargestellt. Die Unterschiede wurden mit dem Log-Rank-Test analysiert. Alle Daten wurden mit dem Kolmogorov-Smirnov-Test auf Normalverteilung geprüft. Deskriptive Daten wurden nach Häufigkeit dargestellt. Unterschiede zwischen den Studienarmen wurden mit dem Mann-Whitney-U-Test analysiert. Der Mann-Whitney-U-Test wurde auch verwendet, um Unterschiede

zwischen den untersuchten Gruppen hinsichtlich der Häufigkeit von CRM-Verfahren zu analysieren.

## Ergebnisse

### Demografische Daten

Von den ursprünglich 36 geschulten Teams (18 pro Gruppe) standen drei aufgrund von Krankheit nicht zur Verfügung oder schieden aus der Studie aufgrund eines Arbeitgeberwechsels aus. In Phase zwei nahmen 15 Teams pro Gruppe an den evaluierten Szenarien teil. Folgende Fachkräfte wurden eingeschlossen: neun Notfallsanitäter, sechs Rettungsassistenten, 15 Rettungsassistenten (Gruppe „CRM“; sieben Frauen, 23 Männer) und neun Notfallsanitäter, sechs Rettungsassistenten, 15 Rettungsassistenten (Gruppe „Tech“; neun Frauen, 21 Männer). Das Durchschnittsalter der Teamleiter betrug  $39,2 \pm 8,1$  Jahre (Gruppe „CRM“  $47,9 \pm 7,5$  Jahre; Gruppe „Tech“  $36,5 \pm 7,8$  Jahre).

### Effekt der Nachbesprechung auf die Zeit, die Einhaltung der Key Items und nicht-technischer Fähigkeiten

Beim Vergleich der Leistung mit CRM und technischer Schulung fanden wir keinen signifikanten Unterschied im TKIP-Score (siehe Tabelle 3). Mit diesem Modell wurden alle Patienten mit der gleichen Versorgungsqualität behandelt. Es gab auch keinen Unterschied in der Anzahl der eingesetzten nicht-technischen Methoden, die in den beiden Studienarmen angewendet wurden (siehe Tabelle 4).

**Tabelle 3: Die Daten sind als Mittelwert und SD oder Median und IQR angegeben, Minimum und Maximum sind entsprechend der Verteilung in Klammern angegeben. Kolmogorov-Smirnov-Test: Zeit bis zur Diagnose  $p < 0,001$ ; Zeit bis zur Fertigstellung  $> 50\%$   $p = 0,20$ ; Zeit bis zur Fertigstellung  $> 75\%$   $p < 0,001$ ; TKIP  $p = 0,20$**

CRM: Crisis Resource Management-Debriefing, Tech: technisches Debriefing, TKIP: Time-Key-Item-Product

	CRM	Tech	P
Zeit bis zur Diagnose (s)	183,24±94,93	183,55±91,96	0,431
Key Items (Anzahl)	19,73+2,60 (16-25)	19,93+2,71 (12-23)	0,419
Zeit bis zur Fertigstellung, $> 5\%$ (s)	245 IQR 188 (85-390)	208 IQR 149 (100-600)	0,379
Zeit bis zur Fertigstellung, $> 7\%$ (s)	393,55±165,97	387,29±147,89	0,404
TKIP	50,67 IQR 17,83 (31,57- 68,11)	56,22 IQR 20,16 (28,95-77,78)	0,399

**Tabelle 4: Fehlende Elemente in der 75%-Bewertung mit Häufigkeiten in Klammern. Sowohl Basis- als auch erweiterte Maßnahmen sind dargestellt**

CRM: Crisis Resource Management-Debriefing, Tech: technisches Debriefing

Szenario	CRM	Tech
<b>Lungenödem</b>	Anamnese (2) Anwendung von Nitroglycerin (2) Korrekte Dosierung von Nitroglycerin (2)	Anamnese (2) Anwendung von Nitroglycerin (2) Korrekte Dosierung von Nitroglycerin (2) Anwendung von Furosemid (2) Korrekte Dosierung von Furosemid (2)
<b>Spannungspneumothorax</b>	Lagerung (6) Kriterien für die Nadeldekompression (5) Kommunikation der Verdachtsdiagnose (3)	Lagerung (4) Kriterien für die Nadeldekompression (5) Kommunikation der Verdachtsdiagnose (1) Notruf (1)
<b>Obstruktive Lungenerkrankung</b>	Ipratropium-Inhalation (11) Korrekte Ipratropium-Dosis (11) Kommunikation der Verdachtsdiagnose (8)	Ipratropium-Inhalation (11) Korrekte Dosierung von Ipratropium (11) Steroid richtige Dosis (7) Kommunikation der Verdachtsdiagnose (7) Notruf (7)

## TKIP-Score für die Gesamtleistung des Teams

Die Bewertung der Anzahl der Teams, die zeitabhängig die Vollständigkeitsmarke von 50 oder 75% der erforderlichen Maßnahmen benötigten ist in Abbildung 3 als Kaplan-Meier-Diagramm dargestellt. Nicht alle Teams haben die 75%-Benchmark für die Erfüllung der Punkte erfolgreich erreicht. Es zeigte sich, dass weniger als die Hälfte der Teams in der Lage war, 75% der erforderlichen Verfahren im Szenario „obstruktive Lungenerkrankung“ durchzuführen. Übersehene Schritte und die Häufigkeit, in der sie unterlassen wurden sind in Tabelle 3 aufgeführt.

## Auswirkungen der CRM-Nutzung auf Zeitaufwand und Einhaltung der Key Items je nach Art des Szenarios

In beiden Gruppen wurden die definierten Methoden zur Unterstützung nicht-technischer Fähigkeiten anhand ihrer Anwendungshäufigkeit beschrieben. Der Mann-Whitney-

U-Test ergab keinen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen bei keiner der Messgrößen, wobei die Gesamtzahl der Anwendungen sehr gering war. Selbst das am häufigsten eingesetzte Kommunikationsinstrument (10-for-10) [11] wurde nur selten verwendet, wobei etwa ein bis drei Teams dieses Instrument nutzten. Die detaillierten Daten sind in Tabelle 4 dargestellt.

## Diskussion

Diese Studie untersuchte eine didaktische Lernintervention und ihre Auswirkungen auf die Patientenversorgung in einer simulierten Umgebung. Ziel dieser Studie war es, die Wirksamkeit eines CRM-/nicht-technischen Kompetenztrainings im Vergleich zu einem Algorithmus-fokussierten technischen Training zu bewerten und den Ärztlichen Leitungen Rettungsdienst wertvolle Erkenntnisse für die Planung und Optimierung zukünftiger Trainingsprogramme und Lehrpläne zu liefern. Wir haben uns auf Szenarien mit Atemnot konzentriert, da diese von Rettungsteams routinemäßig trainiert werden. Basierend auf einer Analyse, die zeigte, dass fast 8,2% der Fälle in

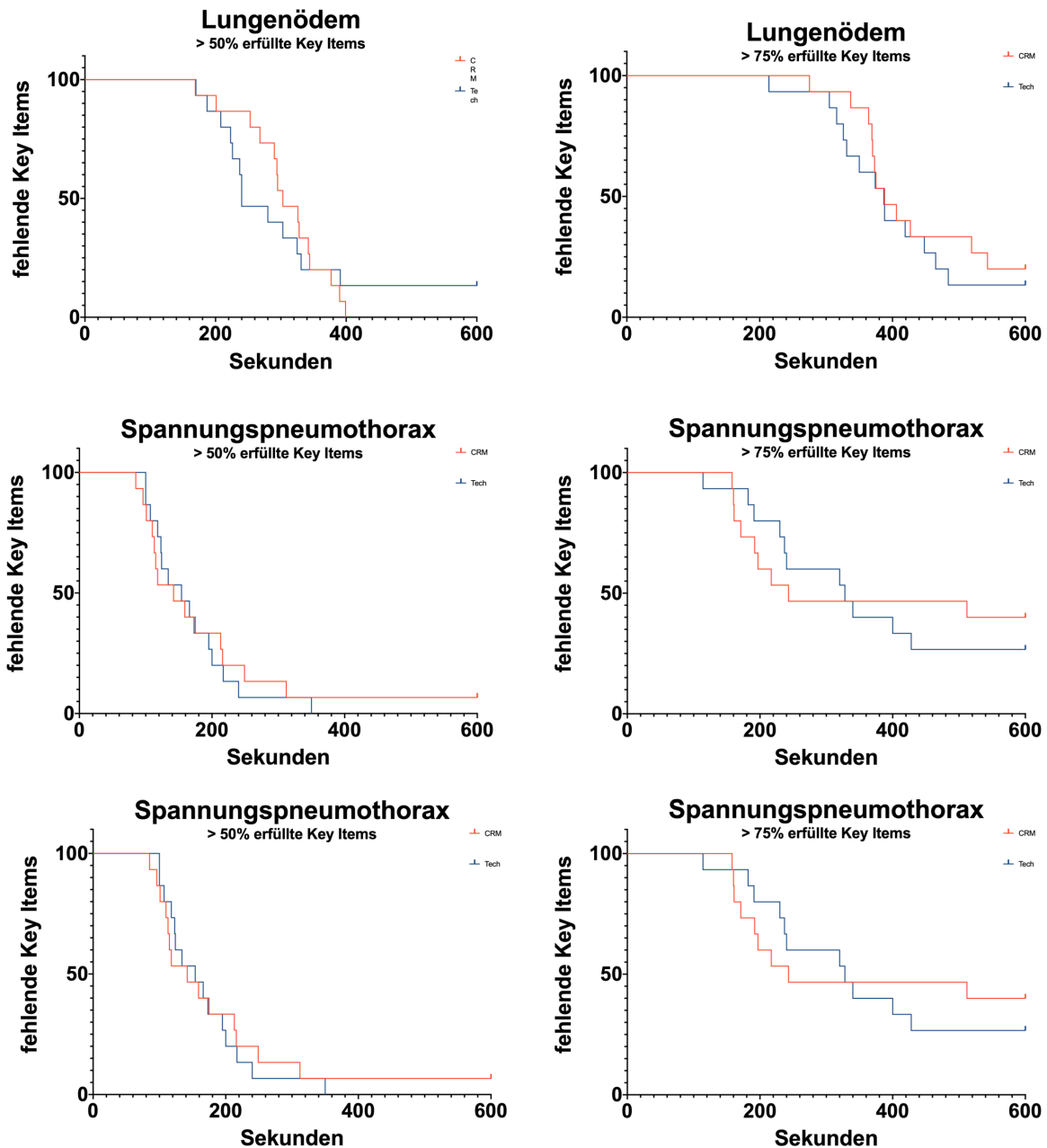


Abbildung 3: Kaplan-Meier-Diagramme der simulierten Szenarien. Es sind die fehlenden Key Items für die Gruppen „>50%“ und „>75%“ dargestellt

Die Art der Nachbesprechung ist in Rot (CRM-Debriefing) und Blau (Tech-Debriefing) dargestellt. Log-Rank-Test: Lungenödem 50%  $p=0,9158$ ; Lungenödem 75%  $p=0,4747$ ; Spannungspneumothorax 50%  $p=0,7748$ ; Spannungspneumothorax 75%  $p=0,7807$ ; obstruktive Lungenerkrankung 50%  $p=0,6794$ ; obstruktive Lungenerkrankung 75%  $p=0,6753$

der präklinischen Versorgung mit diesem Krankheitsbild in Verbindung standen [22], gingen wir davon aus, dass die Studienteilnehmer Erfahrung in der präklinischen Versorgung in diesem Umfeld hatten. Eine Einschränkung war die Thorakozentese, da diese Maßnahme selten durchgeführt wurde [16].

Es gab keinen Unterschied zwischen der Leistungsqualität der CRM- und Tech-Gruppe bei der Durchführung der medizinischen Versorgung. Nach der Analyse der Häufigkeit des Einsatzes von CRM-Tools ist dieses Ergebnis nicht überraschend, da die Ergebnisse beider Gruppen ähnlich niedrig waren. Das Bewusstsein für die Bedeutung von CRM und NTS begann um das Jahr 2000 herum zu wachsen und wurden 2014 in den Lehrplan für Notfallsa-

nitäter aufgenommen. Eine weiterer Entwicklungsschritt war die Möglichkeit einer Fortbildung für Rettungsassistenten, nach deren Abschluss sie als Notfallsanitäter zertifiziert wurden. Diese Zusatzausbildung war nicht reguliert, und die nicht-technischen Fähigkeiten der Auszubildenden wurden anhand einer mündlichen Prüfung bewertet [[https://www.gesetze-im-internet.de/notsang/\\_2a.html](https://www.gesetze-im-internet.de/notsang/_2a.html)]. Laut Jünger et al. ist die mündliche Prüfung keine geeignete Methode zur Beurteilung der Anwendungskompetenz [23]. Ähnliche Rahmenbedingungen gelten auch für den Notarztkurs, in den 2018 die CRM-Inhalte integriert wurden [24]. Wie in der NotSan-Ausbildung wird auch hier die Prüfung als mündliche Prüfung durchge-

führt. Der Transfer des Wissens aus der Fortbildung in den Alltag stellt eine Herausforderung dar, der die Kurse nicht vollständig gerecht werden können. Ein sinnvoller Ansatz zur Integration des Gelernten in Teams erfordert sowohl positive Unterstützung als auch negative Kommentare [25], was bedeutet, dass negatives Feedback gegeben werden sollte, wenn Interventionen nicht angewendet werden. In einer früheren Studie über die Integration gelernter Fähigkeiten in reale Notfall-Kaiserschnitte haben wir festgestellt, dass Feedback zu nicht angewendeten neuen Inhalten häufig nicht gegeben wird [26]. Unsere Studie führte uns zu dem Schluss, dass die derzeitige Integration in den Lehrplan und das Transferklima für die Integration von CRM und NTS in die Routine in diesem Bereich unzureichend sind – eine einmalige 8-stündige Intervention ist für eine Veränderung dieser Rahmenbedingungen unzureichend kurz. Unsere Ergebnisse und Dateninterpretation entsprechen der aktuellen Literatur, die zu dem Ergebnis kam, dass Veränderungen im medizinischen Umfeld 17 Jahre dauern, bis sie vollständig integriert sind [27]. Die Dauer erfolgreich beschriebener Schulungen im Zusammenhang mit CRM variiert von einem Tag bis zu einem längeren Konzept [10], [28]. Daher ist es notwendig, die spezifische Zielgruppe zu analysieren. Die Hintergründe werden als multifaktoriell beschrieben.

Die Betrachtung der nicht umgesetzten Maßnahmen in der 75%-Analyse zeigt, dass sowohl basale als auch erweiterte Maßnahmen nicht umgesetzt werden. Andere Studien haben ebenfalls gezeigt, dass erfahrene Notfallmediziner in Notfällen nicht alle erforderlichen Maßnahmen durchführen, was die Bedeutung der Umsetzung von Checklisten durch alle notfallmedizinisch Tätigen unterstreicht [21], [29], [30]. Unsere Studie zeigt, dass eine weitere medizinische Ausbildung die CRM-Fähigkeiten nicht verbessert und dass eine gezielte, auf die CRM-Methode ausgerichtete Ausbildung unerlässlich ist. Die Ergebnisse aus den Szenarien können von den Teams zur Selbstreflexion genutzt werden.

Die Studienteilnehmer waren sich bewusst, dass sie ständig beobachtet und bewertet wurden, was aufgrund des Beobachtungseffekts zu Verzerrungen führen konnte. Bemerkenswert ist, dass die Teilnehmer kaum Checklisten verwendeten. Dies führte uns zu der Schlussfolgerung, dass sie, wenn der Beobachtungseffekt tatsächlich ihr Verhalten beeinflusste, davon überzeugt waren, dass die Verwendung von Checklisten nicht erwünscht war. Mögliche Gründe für die mangelhafte Umsetzung von Checklisten könnten kulturelle Akzeptanz, schlechte Ausbildung und fehlerhafte Umsetzungsstrategien sein [30]. Darüber hinaus ist die mangelnde Akzeptanz der Verwendung von Checklisten seit Jahrzehnten in der Ausbildung von Rettungsdiensten in Deutschland sowie in der beruflichen Praxis bekannt. Erst seit kurzer Zeit wird das „Nachschlagen“ nicht mehr als Eingeständnis von Schwäche angesehen. Eine Intervention wie die einmalige Schulung in diesem Studiendesign dürfte daher kaum zu einer signifikanten Veränderung bei der Verwendung von Checklisten führen.

Eine der wichtigsten Erkenntnisse der Studien ist die Notwendigkeit der Integration von Checklisten in die präklinische Patientenversorgung. Anderen Studien zufolge muss diese Implementierung auch Teamschulungen, die Nachverfolgung der Umsetzung, Ressourcen und Organisation umfassen [31]. Zukünftige Studien könnten die Verwendung von Checklisten und andere Methoden der Unfallschulung evaluieren.

## Einschränkungen

In unserer Studie haben wir erstmals den von Just et al. entwickelten TKIP-Score angewendet [21]. Rückblickend hätte die Priorisierung wichtiger Maßnahmen von Vorteil sein können und als wichtiger Bewertungsfaktor herangezogen werden können. So könnte beispielsweise eine wichtige Maßnahme mit einer Punktzahl von zwei höher bewertet werden als weniger wichtigen Maßnahmen. Ein weiterer wichtiger Faktor, der sich während unserer Studie herauskristallisiert hat, ist die Anwendung von Maßnahmen, die dem Patienten schaden. Wir haben solche Fälle in unseren Szenarien nicht beobachtet, aber die Anwendung kontraindizierter Maßnahmen sollte in weiteren Studien berücksichtigt werden.

In unserer Studie wurden die Teams nicht nach ihrem Fachwissen unterschieden, um die Realität der Arbeitsumgebung in einem Rettungswagen zu simulieren. Es ist möglich, dass diese Teamzusammensetzung die Ergebnisse beeinflusst hat. Eine Modifizierung der Teamstruktur und eine Anpassung an die Erfahrung könnte in einer zielgruppenorientierten Lernumgebung von Vorteil sein. Die in dieser Studie gemessenen Fähigkeiten sind Teil des beruflichen Standards von Notfall- und Rettungssanitätern, weshalb eine einzige gezielte Schulung, die sechs Monate vor der Bewertung stattfand, keinen signifikanten Unterschied erkennen lässt. Weitere Studien mit häufigeren Schulungs- und Überprüfungsintervallen könnten angemessener sein. Aufgrund des komplexen Studiendesigns konnte die Forschungsfrage nur in einer kleinen Teilmenge von Fällen vollständig beantwortet werden. Da es sich um eine monozentrische Studie handelt, kann nicht davon ausgegangen werden, dass die Ergebnisse für alle Rettungsdienste in Deutschland repräsentativ sind. Wie oben erwähnt, gibt es große Unterschiede in Bezug auf Ausbildung und Organisation [17]. Dennoch glauben wir, dass die Ergebnisse unserer Studie dazu verwendet werden können, die Bewertung der Ausbildung zu priorisieren, um die Situation zu beschreiben. Die aktuelle Studie in der lokalen Region kann als Beispiel für andere medizinische Leiter dienen.

## Schlussfolgerung

Ziel der Studie war es, Empfehlungen für die Ärztlichen Leitungen Rettungsdienst zur Optimierung der geforderten Schulungsprogramme zu geben. Hauptziel der Studie war es, die Wirksamkeit einer CRM-/nicht-technischen Schulung im Vergleich zu einer Algorithmus-fokussierten

Schulung zu bewerten. Unsere Hypothese, dass ein ein-tägiger CRM-Schulungskurs einen positiven Einfluss auf die Patientenversorgung haben würde, hat sich nicht bestätigt. Wie in anderen Studien auf diesem Gebiet führte keines der Teams alle medizinischen Verfahren durch. Trotz des anerkannten Werts von Checklisten werden diese nach wie vor zu wenig genutzt. Wir kommen zu dem Schluss, dass nicht-technische Fähigkeiten, um sie in die reale präklinische Umgebung zu integrieren, neben der regulären technischen medizinischen Ausbildung in die Lehrpläne der Notfallmedizin aufgenommen werden müssen.

## Danksagung

Die Autoren danken allen Rettungsdienstmitarbeitern, die an dieser Studie teilgenommen haben. Wir danken Florian Hempel für seine Unterstützung bei der Studienplanung. Schließlich danken wir Michael von Geyso sowie Heinz und Tim Meierhoff vom Deutschen Roten Kreuz Uelzen für ihre Unterstützung bei der Durchführung dieser Studie. Wir danken Alan Gutman für die sprachliche Überprüfung der englischen Version des Textes.

## Anmerkungen

### Beitrag der Autoren

Alle aufgeführten Autoren haben in großem Maße zu diesem Projekt beigetragen. HE: Konzeption und Design der Studie, Datenerhebung, Analyse und Interpretation der Daten, Entwurf des Manuskripts; JH: Datenerhebung, Entwurf des Manuskripts; MR: Datenerhebung und -interpretation, Entwurf des Artikels; MF: Konzeption und Design der Studie, Entwurf des Manuskripts.

### ORCIDs der Autoren

- Hendrik Eismann: [0000-0003-0962-8091]
- Markus Flentje: [0000-0003-3686-8998]

### Ethik

Die Studie wurde von der Ethikkommission der Medizinischen Hochschule Hannover gebutachtet (Nr. 3635-2017).

### Finanzierung

Die Studie wurde aus Mitteln der eigenen Abteilung finanziert.

### Interessenkonflikt

Die Autor\*innen erklären, dass sie keinen Interessenkonflikt im Zusammenhang mit diesem Artikel haben.

## Literatur

1. Hagemann V, Kluge A, Ritzmann S. High Responsibility Teams – Eine systematische Analyse von Teamarbeitskontexten für einen effektiven Kompetenzerwerb [High Responsibility Teams – A systematic Analysis of Teamwork Contexts for effective competence acquisition]. *J Psychol Alltagshandel*. 2011;4(1):22-42.
2. Helmreich RL. On error management: lessons from aviation. *BMJ*. 2000;320(7237):781-785. DOI: 10.1136/bmj.320.7237.781
3. Fliin R, Patey R. Non-technical skills for anaesthetists: developing and applying ANTS. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol*. 2011;25(2):215-227. DOI: 10.1016/j.bpa.2011.02.005
4. Fliin R, Patey R. Improving patient safety through training in non-technical skills. *BMJ*. 2009;339:b3595. DOI: 10.1136/bmj.b3595
5. Institute of Medicine (US) Committee on Quality of Health Care in America, Kohn LT, Corrigan JM, Donaldson MS, editors. *To Err is Human: Building a Safer Health System*. Washington (DC): National Academies Press (US); 2000.
6. Landrigan CP, Parry GJ, Bones CB, Hackbarth AD, Goldmann DA, Sharek PJ. Temporal Trends in Rates of Patient Harm Resulting from Medical Care. *N Engl J Med*. 2010;363(22):2124-2134. DOI: 10.1056/NEJMs1004404
7. Parsons JR, Crichlow A, Ponnuru S, Shewokis PA, Goswami V, Griswold S. Filling the Gap: Simulation-based Crisis Resource Management Training for Emergency Medicine Residents. *West J Emerg Med*. 2018;19(1):205-210. DOI: 10.5811/westjem.2017.10.35284
8. Flentje M, Eismann H, Sieg L, Hagemann V, Friedrich L. Impact of Simulator-Based Crisis Resource Management Training on Collective Orientation in Anaesthesia: Pre-Post Survey Study With Interprofessional Anaesthesia Teams. *J Med Educ Curric Dev*. 2020;7:2382120520931773. DOI: 10.1177/2382120520931773
9. Haerckens MH, Kox M, Lemson J, Houterman S, van der Hoeven JG, Pickkers P. Crew Resource Management in the Intensive Care Unit: a prospective 3-year cohort study. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2015;59(10):1319-1329. DOI: 10.1111/aas.12573
10. Truta TS, Boeriu CM, Lazarovici M, Ban I, Petrișor M, Copotoiu SM. Improving Clinical Performance of an Interprofessional Emergency Medical Team Through a One-day Crisis Resource Management Training. *J Crit Care Med (Targu Mures)*. 2018;4(4):126-136. DOI: 10.2478/jccm-2018-0018
11. Rall M, Lackner CK. Crisis Resource Management (CRM). *Notfall Rettungsmed*. 2010;13(5):349-356. DOI: 10.1007/s10049-009-1271-5
12. Clarke S, Horeczko T, Carlisle M, Barton JD, Ng V, Al-Somali S, Bair AE. Emergency medicine resident crisis resource management ability: a simulation-based longitudinal study. *Med Educ Online*. 2014;19:25771. DOI: 10.3402/meo.v19.25771
13. Lynch A. Simulation-based acquisition of non-technical skills to improve patient safety. *Semin Pediatr Surg*. 2020;29(2):150906. DOI: 10.1016/j.sempedsurg.2020.150906
14. Arriaga AF, Bader AM, Wong JM, Lipsitz SR, Berry WR, Ziewacz JE, Hepner DL, Boorman DJ, Pozner CN, Smink DS, Gawand AA. Simulation-Based Trial of Surgical-Crisis Checklists. *N Engl J Med*. 2013;368(3):246-253. DOI: 10.1056/NEJMs1204720
15. Seifrin P. Geschichte der Notfallmedizin in Deutschland - unter besonderer Berücksichtigung des Notarztdienstes [History of the rescue service in Germany—especially in regard to emergency medicine]. *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther*. 2003;38(10):623-629. DOI: 10.1055/s-2003-42506

16. Flentje M, Block M, Sieg L, Seebode R, Eismann H. Erweiterte Maßnahmen und interprofessionelle Konflikte nach Einführung des Berufsbildes Notfallsanitäter. Notfall Rettungsmed. 2018;21(5):374-382. DOI: 10.1007/s10049-018-0419-6
17. Ostmeier S, Eismann H, Hofmann T, Flentje M. Überprüfung der Kompetenzen von Notfallsanitätern – Umfragestudie zu Umsetzung und Rahmenbedingungen durch Ärztliche Leiter Rettungsdienst [Review of emergency paramedic competencies – survey on implementation and frameworks condition by directors of medical emergency services]. Notarzt. 2021;37(5):270-277. DOI: 10.1055/a-1488-5625
18. Gaba DM, Howard SK, Fish KJ, Smith BE, Sowb YA. Simulation-Based Training in Anesthesia Crisis Resource Management (ACRM): A Decade of Experience. Simul Gaming. 2001;32(2):175-193. DOI: 10.1177/104687810103200206
19. Eismann H, Palmaers T, Hagemann V, Flentje M. Training of airway management for anesthesia teams - Measurement of transfer into daily work routine by questionnaire. J Med Educ Curric Dev. 2021;8:23821205211063363. DOI: 10.1177/23821205211063363
20. Stone-Romero EF. Research strategies in industrial and organizational psychology: Nonexperimental, quasi-experimental, and randomized experimental research in special purpose and nonspecial purpose settings. In: Zedeck S, editor. APA handbook of industrial and organizational psychology, Vol 1: Building and developing the organization. Worcester (MA): American Psychological Association; 2011. p.37-72. DOI: 10.1037/12169-002
21. Just KS, Hubrich S, Schmidtke D, Scheifes A, Gerbershagen MU, Wappler F, Grrensemann J. The effectiveness of an intensive care quick reference checklist manual—a randomized simulation-based trial. J Crit Care. 2015;30(2):255-260. DOI: 10.1016/j.jcrc.2014.10.007
22. Sefrin P, Händlmeyer A, Kast W. Leistungen des Notfall-Rettungsdienstes. Ergebnisse einer bundesweiten Analyse des DRK 2014. Notarzt. 2015;31(04):S34-S48. DOI: 10.1055/s-0035-1552705
23. Jünger J, Just I. Recommendations of the German Society for Medical Education and the German Association of Medical Faculties regarding university-specific assessments during the study of human, dental and veterinary medicine. GMS Z Med Ausbild. 2014;31(3):Doc34. DOI: 10.3205/zma000926
24. Bundesärztekammer. (Muster-)Kursbuch Allgemeine und spezielle Notfallbehandlung. Berlin: Bundesärztekammer; 2022. Zugänglich unter/available from: <https://www.bundesaerztekammer.de/themen/aerzte/aus-fort-und-weiterbildung/aerztliche-weiterbildung/muster-kursbuecher>
25. Taylor PJ, Russ-Eft DF, Chan DW. A meta-analytic review of behavior modeling training. J Appl Psychol. 2005;90(4):692-709. DOI: 10.1037/0021-9010.90.4.692
26. Flentje M, Eismann H, Höltje M, Hagemann V, Brodowski L, von Kaisenberg C. Transfer of an interprofessional emergency caesarean section training program: using questionnaire combined with outcome data of newborn. Arch Gynecol Obstet. 2020;302(3):585-593. DOI: 10.1007/s00404-020-05617-z
27. Morris ZS, Wooding S, Grant J. The answer is 17 years, what is the question: understanding time lags in translational research. J R Soc Med. 2011;104(12):510-520. DOI: 10.1258/jrsm.2011.110180
28. Gartland R, Conlon L, Livingston S, Glick JE, Bach G, Abboud ME. Resuscitation Leadership Training: A Simulation Curriculum for Emergency Medicine Residents. MedEdPORTAL. 2022;18:11278. DOI: 10.15766/mep\_2374-8265.11278
29. St.Pierre M, Luetcke B, Strembski D, Schmitt C, Breuer G. The effect of an electronic cognitive aid on the management of ST-elevation myocardial infarction during caesarean section: a prospective randomised simulation study. BMC Anesthesiol. 2017;17(1):46. DOI: 10.1186/s12871-017-0340-4
30. Kerner T, Schmidbauer W, Tietz M, Marung H, Genzwuerker HV. Use of checklists improves the quality and safety of prehospital emergency care. Eur J Emerg Med. 2017;24(2):114-119. DOI: 10.1097/MEJ.0000000000000315
31. Bosk CL, Dixon-Woods M, Goeschel CA, Pronovost PJ. Reality check for checklists. Lancet. 2009;374(9688):444-445. DOI: 10.1016/s0140-6736(09)61440-9

**Korrespondenzadresse:**

PD Dr. med. Markus Flentje, DESA, MME  
 Medizinische Hochschule Hannover, Klinik für  
 Anästhesiologie und Intensivmedizin, Carl-Neuberg-Str.  
 1, 30625 Hannover, Deutschland  
[flentje.markus@mh-hannover.de](mailto:flentje.markus@mh-hannover.de)

**Bitte zitieren als**

Eismann H, Halser J, Robert M, Flentje M. A randomised study on the comparative performance of German paramedics after technical versus non-technical skills training. GMS J Med Educ. 2026;43(5):Doc64. DOI: 10.3205/zma001858, URN: urn:nbn:de:0183-zma0018582

**Artikel online frei zugänglich unter**

<https://doi.org/10.3205/zma001858>

**Eingereicht:** 12.06.2025

**Überarbeitet:** 13.01.2026

**Angenommen:** 16.02.2026

**Veröffentlicht:** 15.06.2026

**Copyright**

©2026 Eismann et al. Dieser Artikel ist ein Open-Access-Artikel und steht unter den Lizenzbedingungen der Creative Commons Attribution 4.0 License (Namensnennung). Lizenz-Angaben siehe <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.