

Development of a digital application to train and debrief situational awareness in interprofessional teams: A simulation-based approach to mitigate patient safety hazards with a virtual room of error

Abstract

Objective: This project between DHBW Stuttgart and the simulation center at Klinikum Stuttgart (STUPS) addressed the following question: How can interprofessional teams be virtually trained and debriefed for situational awareness (SA) to mitigate patient safety hazards? The objective was to develop a digital, simulation-based application for both training and debriefing SA in interprofessional teams.

Method: Using Design Science Research (DSR), a software application was iteratively developed based on literature and stakeholder-informed objectives. These guided the development of a prototypical version, which was demonstrated and tested with a small group of interprofessional teams to assess real-world applicability. Participant feedback informed subsequent refinement into the fully developed application.

Results: The resulting web-based application combines simulation-based training and structured debriefing on a single platform for trainers and participants. It offers a virtual implementation of the Room of Error (ROE), enabling team-based SA training in near-real scenarios with embedded patient safety hazards, gamification, and real-time interprofessional collaboration (IPC). Structured debriefing is embedded in the workflow and supported by automated tracking and evaluation tools to help trainers assess performance and lead reflective discussions.

Conclusion: The developed application offers a practical solution for training and debriefing SA in interprofessional teams via a virtual ROE. It contributes to education efforts by combining experiential learning with structured reflection, aligning with global patient safety and medical education priorities. While feasibility has been demonstrated, further research is needed to empirically assess its impact on SA and IPC.

Keywords: patient safety, awareness, medical errors, simulation training, software

Veronika Spielmann¹
Margrit Ebinger²
Christina Jaki³

1 Stuttgart, Germany

2 DHBW Stuttgart, Stuttgart, Germany

3 Klinikum Stuttgart, Simulationszentrum STUPS, Stuttgart, Germany

1. Introduction

The global imperative to enhance patient safety, driven by significant mortality and financial costs of unsafe care [1], [2], [3], is exemplified in the WHO's Global Patient Safety Action Plan 2021-2030, which envisions "[a] world in which no one is harmed in health care [...]" ([4] p.8). Many medical errors stem from human factors, particularly in dynamic healthcare settings [5], [6], [7], [8], [9], [10]. The shift towards digital methodologies, accelerated by COVID-19, offers new opportunities and challenges for patient safety training. Especially human-centred digital technologies can enhance patient safety by improving information and communication, leading the WHO to recommend applying human factors approach to hardware and software applications [2], [4].

Given that many errors are rooted in human factors, addressing and mitigating poor practices and medical mistakes is essential for improving patient safety [11], [12], [13], [14], [15], [16], [17], [5]. Often, these errors stem from inadequate organizational culture and deficiencies in non-technical skills (NTS), rather than a lack of knowledge or technical ability [12], [16], [18], [19], [20]. A key NTS is situational awareness (SA), which "[...] facilitates clinical reasoning, diagnostic accuracy, and appropriate goal-directed performance, and enables clinicians to immediately adapt treatment strategies in response to changes in clinical situational actualities" ([21] p.1). SA is vital for safe medical practice, and its absence often leads to errors [11], [22], [23], [24], [25], [26]. Especially in dynamic, complex environments, functioning under time pressure is essential to enhance clinical performance and reduce errors [22], [23], [27], [28]. Hence, SA has

been emphasized in both conceptual and empirical studies for its role in preventing adverse events, often tied to perceptual errors [16], [17], [29], [30], [6].

SA is also integral to interprofessional collaboration (IPC), defined to occur “[...] when multiple health workers from different professional backgrounds provide comprehensive services [...] to deliver the highest quality of care across settings” ([31] p.7). For example, research underscores that a team’s SA is only as strong as its weakest member [11], and studies confirm that IPC and experiential learning improve team dynamics, decision-making, and error reduction [8], [9]. While much research has focused on improving individual SA [11], [23], [7], growing evidence supports the integration of team-based training, which significantly impacts patient safety [7], [32], [10]. Notably, interprofessional learning has been shown to reduce patient mortality [33]. A shift towards team-focused interventions is therefore essential.

A validated approach to translate this into practice is training in human factors, which strengthens interpersonal skills, communication, teamwork, and clinical competencies [23], [32], [34], [35], [36]. Research supports team-based interventions to enhance SA and patient safety, emphasizing experiential learning, continuous reflection, and mutual respect [7], [8], [9], [37], [38]. Training-based approaches also align with the WHO’s objective of integrating patient safety into professional education, emphasizing interprofessional team training [4], [31], [39]. Recent technological advancements have accelerated the adoption of simulation-based education, which allows skill development in a controlled environment and promotes professional growth without risking patient safety [40], [41], [42], [43], [44], [45], [46]. Given its potential to enhance patient safety across healthcare professions, it is predicted to become standard [45], [47]. Studies highlight the benefits of simulation in raising clinical awareness, fostering safe care, and enhancing learning through debriefing [48], [49]. As a central element of simulation-based training, debriefing is critical for improving teamwork, fostering a learning culture, and advancing healthcare quality [50], [51], [52], [40]. By promoting critical reflection and analysis, it is considered fundamental to effective simulation-based education [41], [53].

This underscores the synergistic potential of interprofessional, simulation-based training combined with active reflection. Despite its recognized value, the WHO emphasizes that “[...] education and training of health care professionals has been underused and undervalued as a vital tool to address the challenges of achieving improved patient safety [...]” ([4] p.49). Prior studies show that the Room of Error (ROE), also known as the Room of Horror, is increasingly applied in healthcare training [54], [55], [56], [57], [58], [47], [59]. Zimmermann et al. [56] evaluated it as a low-fidelity SA simulation in 13 Swiss hospitals, where participants detected fewer than half of the embedded hazards – highlighting limitations in existing SA training. Interprofessional group interactions, however, enhanced error detection, stressing the value of collabor-

ative components. The study confirms the importance of structured debriefing and team-based formats. Addressing physical format limits, Mascarenhas et al. [60] developed a 3D virtual ROE, which improved accessibility and satisfaction. Yet, their externally developed, individual-focused tool lacked adaptability, team collaboration, and integrated debriefing. These gaps are echoed in a systematic review by Jung et al. [58].

These limitations reveal a broader gap: the lack of digital solutions that integrate experiential, team-based learning under realistic conditions with structured debriefing. To address this, the report presents the development of a digital, simulation-based application guided by the research question: How can interprofessional teams be virtually trained and debriefed for SA to mitigate the risk of patient safety hazards? The objective was to develop a simulation-based application for both training and debriefing SA in interprofessional teams.

Using Design Science Research (DSR) as our methodological framework, the software development is detailed. The results show how the application provides a holistic solution by integrating simulation-based training with structured debriefing to promote IPC and SA in realistic scenarios. The report ends with a critical discussion of the findings and a conclusion.

2. Methodology

To address the research question, we employed DSR: a methodology from information systems research focused on developing and evaluating technology-based artifacts to solve real-world challenges [61], [62], [63]. Our artifact is a simulation-based application enabling interprofessional teams to be virtually trained and debriefed in SA to help mitigate patient safety hazards in a ROE setting. DSR aligns with WHO principles for designing safe, resilient patient safety systems by integrating human factors, multidisciplinary collaboration, and the sociotechnical environment [4].

We followed the six-step model proposed by Peffers et al. ([63] p.54) (see figure 1), which provides a structured and iterative approach to DSR:

1. Problem identification and motivation: The project is motivated by the high incidence of preventable medical errors and the lack of a comprehensive solution for training and debriefing SA in interprofessional teams.
2. Definition of objectives for a solution: Based on literature and stakeholder input, we defined objectives for a solution supporting both SA training and debriefing in interprofessional teams (see chapter 3).
3. Design and development: We developed a digital application that simulates realistic clinical scenarios with a virtual ROE and facilitates team-based SA training and integrated debriefing. A first prototypical version was iteratively refined based on user feedback, resulting in the second version presented in this report (see chapter 4).

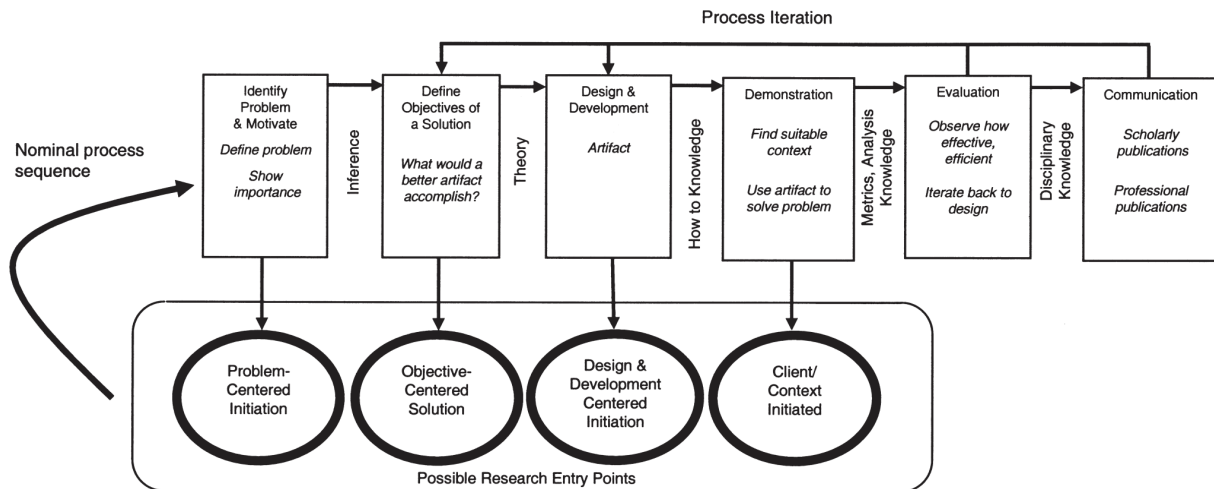


Figure 1: DSR methodology according to Peffers et al. [63], p.54

Table 1: Objectives guiding application development

Goal	Explanation
Virtual training scene	Develop a realistic virtual patient room with embedded errors/hazards (ROE) that are aligned with the German Patient Safety Initiative's competency catalog (APS e.V.) [66] and informed by the <i>interactive learning in the Room of Horrors</i> guide of the Swiss Patient Safety Foundation [54]. Items should be clickable, viewable in detail, and markable as errors.
Gamification	Incorporate competitive elements simulating healthcare's high-pressure environment, emphasizing time efficiency and accuracy in identifying patient safety hazards.
Interprofessional collaboration	Design the application to accommodate 30-40 participants in interprofessional groups, with features for collaborative note-sharing on identified hazards, ensuring transparency and realism.
Analysis and evaluation	Track time efficiency and accuracy to evaluate group performance, aiding instructors in debriefing and identifying the top three groups.
Debriefing	Facilitate instructor-led debriefing sessions post-training to discuss errors, share solutions, and evaluate group performance, culminating in recognizing a winning team.
Usability	Ensure the application is user-friendly, accessible without specialized equipment (e.g., VR/AR), and cost-effective for healthcare facilities.
Scalability	Design the application architecture to be easily adaptable for incorporating a scalable depth and breadth of errors/ patient safety hazards, and training scenarios, ensuring long-term relevance.

- Demonstration: The prototypical application was tested in a session with interprofessional teams composed of final-year medical, health and nursing sciences students.
- Evaluation: Feedback from the demonstration was collected and analysed. Insights informed the refinement into the second version of the application.
- Communication: This report presents the DSR results for dissemination among educators, researchers, and other stakeholders to support adoption and further research.

3. Development of a digital, simulation-based application

The application was developed in a collaborative project between the Cooperative State University (DHBW) Stuttgart [64] and the simulation center at the Klinikum

Stuttgart (STUPS) [65]. STUPS offers simulation training focused on patient safety and operates a physical ROE (see attachment 1, appendix 1), where participants identify patient safety hazards in a simulated clinical setting [54], [55], [56], [57]. Early efforts to digitize the format - using a digital picture board in classroom settings [https://padlet.com/] (see attachment 1, appendix 2) and video conferencing for debriefing - provided STUPS with practical insights into the benefits (e.g., improved accessibility, reusability, and preparation efficiency) and limitations of digital solutions, particularly in group composition, IPC, error tracking, and structured debriefing. These experiences shaped initial development needs, further refined through discussions with instructors, participants, and stakeholders. In line with DSR Step 2, these needs were translated into concrete development objectives (see table 1) to guide the creation of a digital, simulation-based application for training and debriefing SA in interprofessional teams.

The defined objectives reflect key functional and pedagogical requirements. A core goal was to create a realistic virtual training scene replicating a hazard-embedded patient room, aligned with the German Patient Safety Initiative's competency catalogue and the Swiss Patient Safety Foundation's *Interactive Learning in the Room of Horrors* guide [66], [59]. Within this scene, the high-pressure conditions of daily clinical work – requiring participants to operate under time constraints and accurately identify patient safety hazards – were to be simulated through gamification elements. To support IPC, a goal was to accommodate 30-40 participants, grouped into interprofessional teams of about five. These teams were to enter the virtual ROE simultaneously but operate independently, documenting identified hazards in a digital notebook shared within each team. To address the lack of integrated solutions combining training and debriefing, the main objective was to embed debriefing as an integral part of the training process. Accordingly, the application was aimed to support instructor-led debriefing with structured access to each team's documentation, enabling review of identified hazards, discussion of solutions, and recognition of high-performing teams. Additional goals included scalability for varied use cases and high usability by avoiding specialized equipment (e.g., VR/AR), ensuring low-threshold implementation without sacrificing realism.

Following DSR, these objectives guided the web-based software development (step 3). The prototype was demonstrated (step 4) in a competitive classroom challenge, outperforming four other solutions, and subsequently tested to assess the justification for further development into a fully functional application.

4. Results

4.1. Piloting the prototypical application

An evaluation tested the prototype's real-world applicability, user experience, and development potential. It was conducted during a training session with five final-year medical students and nine Health and Nursing Science students (n=14), organized into three interprofessional teams. The design followed the Kirkpatrick model, which evaluates training across four levels: reaction, learning, behaviour, and results [67], [68], [69], [70], [71]. To operationalize these, a post-training survey combined Likert-scale items on perceived learning, relevance, difficulty, and interprofessional exchange with open-ended prompts on key experiences, memorable errors, and overall impressions (see attachment 1, appendices 3 and 4).

The results (see attachment 1, appendix 5) indicate that the prototype was well received and met its exploratory aims. All participants reported benefiting from interprofessional exchange, and 86% found the embedded hazards relevant to their professional context. Over two-thirds strongly agreed the training was educational, and most would recommend the format. Qualitative responses

supported these findings, emphasizing the value of teamwork under time pressure and the importance of discussing patient safety from multiple perspectives. Several participants endorsed continued development and offered constructive suggestions. Overall, the evaluation confirmed the prototype's viability and justified further development. Insights gained directly informed subsequent development and contributed to the refined application presented in the next section.

4.2. Developed digital, simulation-based application

Building on insights from the pilot testing of the prototype, the application was refined into a fully functional, web-based platform. This section presents the final version: a simulation-based application designed to train interprofessional teams in SA, integrating a realistic virtual environment, collaborative tools, performance analytics, and structured debriefing.

4.2.1. User-centric design

The application features a platform-based design tailored to two user groups: trainers and participants (see figure 2). For *trainers*, the platform serves as a centralized hub for planning and conducting training sessions and debriefings. Trainers register, access virtual scenarios, and use the dashboard to create and schedule simulations (see attachment 1, appendix 6). They assign participants to groups, either automatically or manually, via a unique registration code shared by email or QR code. This simplifies coordination, supports digital collaboration and reduces administrative effort.

Participants register, create profiles (see attachment 1, appendix 7), and use the code to enrol in sessions, with automated assignment into an interprofessional team visible in their profiles (see attachment 1, appendix 8). Participants enter a virtual waiting room, receive a briefing, and engage in the training session, concluding by set time or team decision (see attachment 1, appendix 9). The application assumes a video-conference setup for communication, using external interfaces for sharing registration codes and debriefing results. Verbal communication during training is crucial, and trainers initiate post-training debriefings with a single click (see attachment 1, appendix 10), allowing for step-by-step analysis and evaluation.

4.2.2. Virtual training scene and gaming character

The application simulates the ROE using 360-degree, high-resolution images. Participants enter a dynamic scene with team members, a central timer, and interactive elements like a notebook and patient file (see attachment 1, appendix 11). The room features 13 errors linked to patient safety hazards (see attachment 1, appendix 12). Grey-shaded interactive elements allow detailed examin-

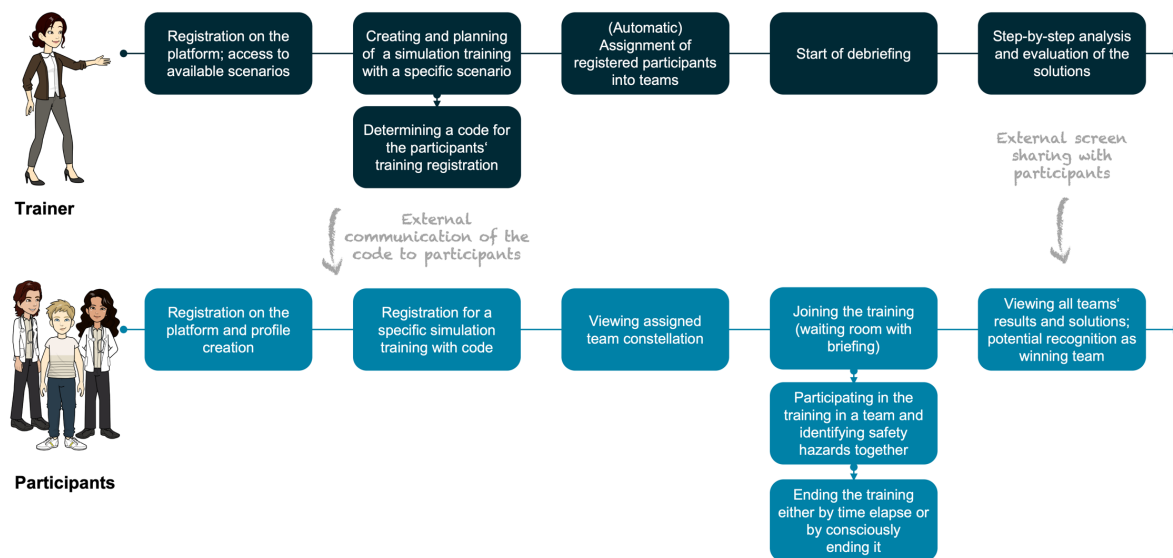
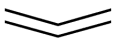


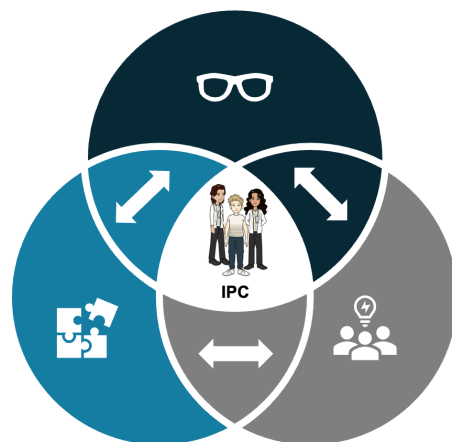
Figure 2: User-centric platform

Clinical practice

- Errors frequently occur at the **interfaces between professions**
- Often due to **differences** in: communication styles, expectations or a lack of understanding of each other's roles and responsibilities



Interprofessional teams as key element of the application



Multifaceted error detection

Physicians, nurses, and other healthcare professionals observe and interpret situations through different lenses, enabling a more comprehensive analysis of risks and errors.

Realistic training environment

The virtual training scene mirrors authentic clinical scenarios where interprofessional collaboration is essential.

Improved learning outcomes

Participants reflect on both individual actions and dynamics within the team, promoting a deeper understanding of shared responsibility and reinforcing a culture of patient safety.

Figure 3: Relevance of interprofessional collaboration

ation, such as the patient's side table (see attachment 1, appendix 13). Selecting an element triggers a pop-up for participants to describe hazards, with inputs recorded in the notebook. The simulation mimics a high-pressure environment, with a red-flashing countdown in the final minute to heighten stress.

4.2.3. Interprofessional teams and interactive collaboration

The application supports scalable IPC, accommodating many participants across multiple teams. Trainers can assign participants via the dashboard, using automatic

or manual team assignment into professional teams with a drag-and-drop interface (see attachment 1, appendix 14, 15). This ensures an optimal professional mix and reduces trainers' administrative burden. Participants can immediately see their assigned teams, including names and backgrounds (see attachment 1, appendix 8). Collaboration is further supported by a shared digital notebook for documenting and discussing errors (see attachment 1, appendix 16), with notifications for real-time collaboration. All in all, interprofessional teams are central to the ROE, enabling realistic collaboration and richer hazard detection across professional boundaries (see figure 3).

Post-training debriefing (usually led by 2 trainers from different professional backgrounds; ca. 30 minutes)

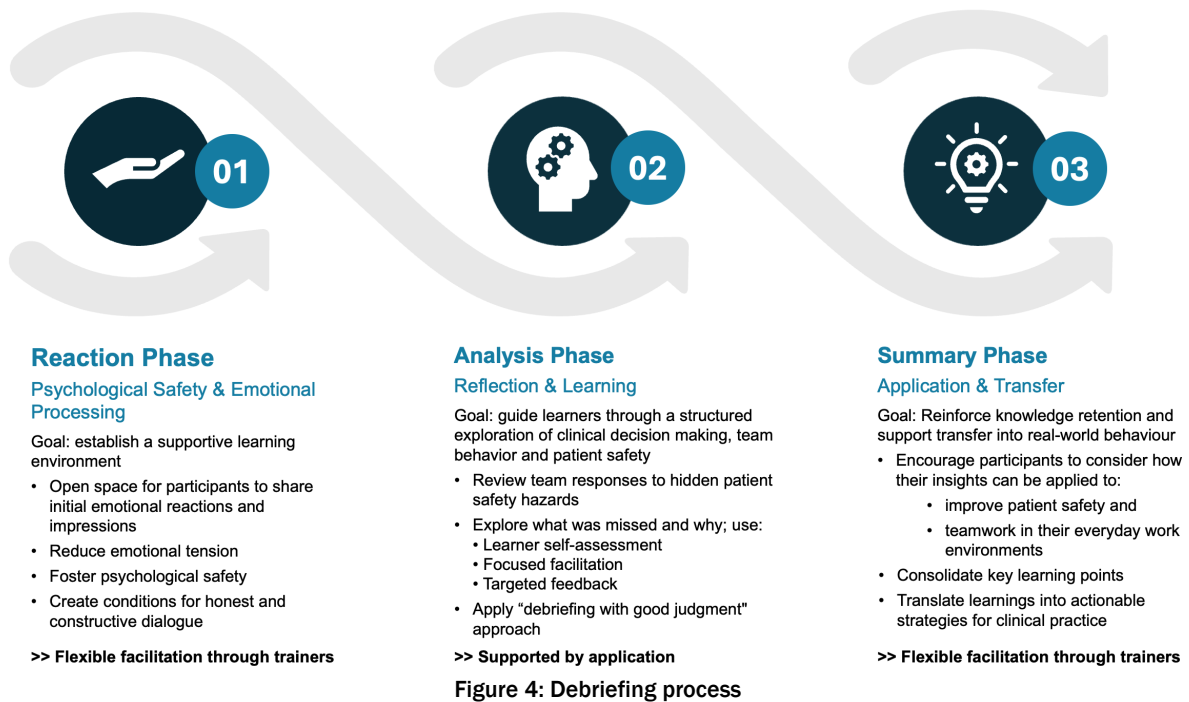


Figure 4: Debriefing process

4.2.4. Analytics and evaluation

The application monitors two key metrics: the time teams spend in the simulation and their performance in identifying and documenting errors. These metrics are vital for debriefing, fostering interprofessional dialogue, and helping trainers to discuss errors that may have gone unnoticed, evaluate outcomes and recognize top teams. By automatically tracking errors identified by each group and linking them to specific teams, the application enables transparent performance monitoring. Additionally, all results are stored systematically, allowing for long-term analysis to continuously enhance training and explore how risks are perceived across professional groups.

4.2.5. Debriefing

After the training session, debriefing is launched via the trainer's dashboard (see attachment 1, appendix 10). The process is structured around the DASH framework [72] and enriched by PEARLS strategies [73] to foster psychological safety and guide reflection across three phases: reaction, analysis, and transfer. The application supports the analysis phase through a structured review of team responses, model solutions, and performance feedback, while instructors flexibly guide the other phases. Flexible facilitation enables both "debrief-to-learn" and "debrief-to-manage" approaches [40], in line with recommendations for post-training reflection to improve clinical reasoning and patient safety [48]. For an overview, see figure 4.

5. Discussion

The defined development objectives were successfully realized in a fully operational, web-based application. The final version demonstrates the feasibility of delivering a realistic, collaborative, and scalable simulation experience for interprofessional teams without requiring specialized equipment:

- A high-resolution, 360-degree virtual patient room replicates a clinical environment in which embedded patient safety hazards must be identified, marked, and described collaboratively by participants within an interprofessional team.
- Gamification, including time constraints and team-based competition, introduces pressure and engagement mechanisms intended to simulate aspects of clinical urgency and support the training of SA under realistic conditions.
- IPC is supported through scalable participant management with automated or manual team assignment. A shared digital notebook enables transparent collaboration, while cross-group debriefings further promote interprofessional exchange and shared learning.
- Integrated analytics track time and error identification accuracy, supporting structured, data-informed debriefings and reducing instructors' workload.
- Debriefing is embedded into the training process, offering guided access to team documentation and enabling flexible, instructor-led reflection.
- The browser-based architecture ensures easy usability and low-barrier access, enabling location-independent training without the need for physical rooms.
- The modular application architecture allows for scenario expansion and complexity scaling.

Despite these achievements, limitations remain. First, although informed by prototype evaluation, the final version has not yet undergone formal testing. Its impact on SA and IPC remains to be empirically validated. Second, while theoretically grounded, no empirical link has been established between application use and SA improvement. This reflects broader challenges in measuring SA in team-based contexts. Existing tools such as SA Global Assessment Technique or Team SA [27], [74], [75] may serve as starting points but often yield ambiguous results in team settings [5]. The complexity of interprofessional dynamics and diverse knowledge contributions complicates SA assessment and calls for systems-level approaches like distributed situation awareness [76], [77], [78]. Future efforts should therefore focus on adapting or combining such methods to assess whether the application measurably improves SA. Lastly, while the application was designed for efficiency, cost-effectiveness, reusability, and scalability, these remain implementation prospects to be explored through broader deployment and longitudinal studies.

6. Conclusion

This report addressed the question of how interprofessional teams can be virtually trained and debriefed for SA to mitigate patient safety hazards. Guided by DSR, we developed a digital, simulation-based application that combines SA training in a virtual ROE with structured, instructor-led debriefing. The application aligns with global trends in medical education that emphasize simulation to strengthen teamwork, communication, and error management [23], [5], [79], [80], [81]. By integrating IPC and reflective debriefing, it supports WHO recommendations and educational research on team-based learning, human factors, and psychologically safe feedback [5], [9], [38], [48], [49], [82], [83]. Overall, the development of the application contributes to the growing role of simulation in interprofessional education and learning from error to prevent harm [38], [83]. While the feasibility of the application has been demonstrated, its educational efficacy – particularly its impact on SA and IPC – requires further empirical validation.

Abbreviations

- DSR: Design Science Research
- IPC: Interprofessional Collaboration
- NTS: Non-technical Skills
- ROE: Room of Error
- SA: Situational Awareness
- STUPS: Stuttgarter Pädiatrie- und Patientensimulator

Acknowledgements

We extend our sincere gratitude to Prof. Dr. Kai Holzweißig, Dean of Studies and Program Director of Business Informatics at DHBW Stuttgart, for his significant role as initiator and supporter of the project. His openness to innovative teaching approaches greatly contributed to the project's realization. We also wish to acknowledge Daniel Seger, a student of Business Informatics Data Science at the DHBW Stuttgart, for his invaluable technical contributions to this project, which have been vital to the project's success. Daniel's enduring motivation and unwavering commitment have been instrumental in creating the first and second artifact, as well as in the long-term development and optimization of the application.

Notes

Data privacy and ethical considerations

Innovative teaching formats may be evaluated under the legal framework of experimentation in higher education (LHG BW §32). The pilot of the Virtual Room of Error was designed and conducted in accordance with ethical principles, including voluntary participation, informed consent, and data protection in compliance with the GDPR.

Authors' ORCIDs

- Veronika Spielmann: [0009-0003-9428-8075]
- Margrit Ebinger: [0009-0007-3378-3258]
- Christina Jaki: 80009-0002-0797-5452]

Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

Attachments

Available from <https://doi.org/10.3205/zma001818>

1. Attachment_1.pdf (5301 KB)
Supplementary material

References

1. World Health Organization. WHO calls for urgent action to reduce patient harm in healthcare. Geneva: World Health Organization (WHO); 2019. Zugänglich unter/available from: <https://www.who.int/news/item/13-09-2019-who-calls-for-urgent-action-to-reduce-patient-harm-in-healthcare#:~:text=And%20yet%20globally%2C%20at%20least,Ghebreyesus%2C%20WHO%20Director%2DGeneral>

2. Slawomirski L, Klazinga N. The economics of patient safety. From analysis to action. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD); 2020. DOI: 10.1787/18152015
3. World Health Organization (WHO). Patient safety. Newsroom. Geneva: World Health Organization (WHO); 2023. Zugänglich unter/available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/patient-safety>
4. World Health Organization (WHO). Global patient safety action plan 2021-2030: towards eliminating avoidable harm in health care. Geneva: World Health Organization (WHO); 2021. Zugänglich unter/available from: <https://www.who.int/teams/integrated-health-services/patient-safety/policy/global-patient-safety-action-plan>
5. Coolen E, Draaisma J, Loeffen J. Measuring situation awareness and team effectiveness in pediatric acute care by using the situation global assessment technique. *Eur J Pediatr*. 2019;178(6):837-8/50. DOI: 10.1007/s00431-019-03358-z
6. Anderson CI, Nelson CS, Graham CF, Mosher BD, Gohil KN, Morrison CA, Schneider PD, Kepros JP. Disorganized care: the findings of an iterative, in-depth analysis of surgical morbidity and mortality. *J Surg Res*. 2012;177(1):43-48. DOI: 10.1016/j.jss.2012.05.007
7. Graafland M, Schraagen JM, Boermeester MA, Bemelman WA, Schijven MP. Training situational awareness to reduce surgical errors in the operating room. *Br J Surg*. 2014;102(1):16-23. DOI: 10.1002/bjs.9643
8. Dinius J, Philipp R, Ernstmann N, Heier L, Görlitz AS, Pfisterer-Heise S, Hammerschmidt J, Bergelt C, Hammer A, Körner M. Inter-professional teamwork and its association with patient safety in German hospitals cross sectional study. *PLoS One*. 2020;15(5):e0233766. DOI: 10.1371/journal.pone.0233766
9. Anderson E, Thorpe L, Heney D, Petersen S. Medical students benefit from learning about patient safety in an interprofessional team. *Med Educ*. 2009;43(6):542-552. DOI: 10.1111/j.1365-2923.2009.03328.x
10. Gross B, Rusin L, Kieseewetter J, Zottmann JM, Fischer MR, Prückner S, Zech A. Crew resource management training in healthcare: a systematic review of intervention design, training conditions and evaluation. *BMJ Open*. 2019;9(2):e025247. DOI: 10.1136/bmjopen-2018-025247
11. Brennan PA, Holden C, Shaw G, Morris S, Oeppen RS. Leading article: What can we do to improve individual and team situational awareness to benefit patient safety? *Br J Oral Maxillofac Surg*. 2020;58(4):404-408. DOI: 10.1016/j.bjoms.2020.01.030
12. Paterson-Brown S. Improving patient safety through education. *BMJ*. 2011;342:d214. DOI: 10.1136/bmj.d214
13. Carayon P, Wetterneck TB, Rivera-Rodriguez AJ, Hundt AS, Hoonakker P, Holden R, Gurses AP. Human factors systems approach to healthcare quality and patient safety. *Appl Ergon*. 2014;45(1):14-25. DOI: 10.1016/j.apergo.2013.04.023
14. Gurses AP, Ozok AA, Pronovost PJ. Time to accelerate integration of human factors and ergonomics in patient safety. *BMJ Qual Saf*. 2012;21(4):347-351. DOI: 10.1136/bmjqs-2011-000421
15. Leape LL, Berwick DM, Bates DW. What practices will most improve safety?: evidence-based medicine meets patient safety. *JAMA*. 2002;288(4):501-507. DOI: 10.1001/jama.288.4.501
16. Reader T, Flin R, Lauche K, Cuthbertson BH. Non-technical skills in the intensive care unit. *Br J Anaesth*. 2006;96(5):551-559. DOI: 10.1093/bja/ae067
17. Flin R, Fioratou E, Frerik C, Trotter C, Cook TM. Human factors in the development of complications of airway management: preliminary evaluation of an interview tool. *Anaesthesia*. 2013;68(8):817-825. DOI: 10.1111/anae.12253
18. Johnson AP, Aggarwal R. Assessment of non-technical skills: why aren't we there yet? *BMJ Qual Saf*. 2019;28(8):606-608. DOI: 10.1136/bmjqs-2018-008712
19. Catchpole K. Spreading human factors expertise in healthcare: untangling the knots in people and systems. *BMJ Qual Saf*. 2013;22(10):793-797. DOI: 10.1136/bmjqs-2013-002036
20. Studdert DM, Brennan TA, Thomas EJ. What have we learned from the Harvard Medical Practice Study? In: Rosenthal MM, Sutcliffe KM, editors. *Medical error: What do we know? What do we do?* San Francisco (CA): Jossey-Bass; 2002. p.3-33.
21. Feller S, Feller L, Bhayat A, Feller G, Gafaar Khammissa RA, Vally ZI. Situational Awareness in the Context of Clinical Practice. *Healthcare (Basel)*. 2023;11(23):3098. DOI: 10.3390/healthcare11233098
22. Schulz CM, Endsley MR, Kochs EF, Gelb AW, Wagner KJ. Situation awareness in anesthesia: concept and research. *Anesthesiology*. 2013;118(3):729-742. DOI: 10.1097/ALN.0b013e318280a40f
23. Walshe N, Ryng S, Drennan J, O'Connor P, O'Brien S, Crowley C, Hegarty J. Situation awareness and the mitigation of risk associated with patient deterioration: a meta-narrative review of theories and models and their relevance to nursing practice. *Int J Nurs Stud*. 2021;124:104086. DOI: 10.1016/j.ijnurstu.2021.104086
24. Green B, Parry D, Oeppen R, Plint S, Dale T, Brennan P. Situational awareness what it means for clinicians, its recognition and importance in patient safety. *Oral Dis*. 2017;23(6):721-725. DOI: 10.1111/odi.12547
25. Panesar SS, Carson-Stevens A, Mann BS, Bhandari M, Madhok R. Mortality as an indicator of patient safety in orthopaedics: lessons from qualitative analysis of a database of medical errors. *BMC Musculoskelet Disord*. 2012;13:93. DOI: 10.1186/1471-2474-13-93
26. Aoki Y, Inata Y, Hatachi T, Shimizu Y, Takeuchi M. Outcomes of unrecognised situation awareness failures events in intensive care unit transfer of children in a Japanese childrens hospital. *J Paediatrics Child Health*. 2019;55(2):213-215. DOI: 10.1111/jpc.14185
27. Endsley MR. Design and evaluation for situation awareness enhancement. *Proc Hum Factors Ergon Soc Annu Meet*. 1988;32(2):97-101. DOI: 10.1177/15419312880320022
28. Hazlehurst B, McMullen CK, Gorman PN. Distributed cognition in the heart room: How situation awareness arises from coordinated communications during cardiac surgery. *J Biomed Inform*. 2007;40(5):539-551. DOI: 10.1016/j.jbi.2007.02.001
29. Schulz CM, Krautheim V, Hackemann A, Kreuzer M, Kochs EF, Wagner KJ. Situation awareness errors in anesthesia and critical care in 200 cases of a critical incident reporting system. *BMC Anesthesiol*. 2016;16:4. DOI: 10.1186/s12871-016-0172-7
30. Schulz CM, Burden A, Posner KL, Mincer SL, Steadman R, Wagner KJ, Domino KB. Frequency and Type of Situational Awareness Errors Contributing to Death and Brain Damage: A Closed Claims Analysis. *Anesthesiology*. 2017;127(2):326-337. DOI: 10.1097/ALN.0000000000001661
31. World Health Organization (WHO). Framework for action on interprofessional education & collaborative practice. Geneva: World Health Organization (WHO); 2010. Zugänglich unter/available from: https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/70185/WHO_HRH_HPN_10.3_eng.pdf?sequence=1
32. Catchpole K, Mishra A, Handa A, McCulloch P. Teamwork and error in the operating room: analysis of skills and roles. *Ann Surg*. 2008;247(4):699-706. DOI: 10.1097/SLA.0b013e3181642ec8

33. Webster C, Coomber T, Sue Min Liu, Allen KD, Jowsey T. Interprofessional Learning in Multidisciplinary Healthcare Teams Is Associated With Reduced Patient Mortality: A Quantitative Systematic Review and Meta-analysis. *J Patient Saf.* 2023;20(1):57-65. DOI: 10.1097/PTS.0000000000001170
34. Hall K, Shoemaker-Hunt S, Hoffman L, Richard S, Gall E, Schoyer E, Costar D, Gale B, Schiff G, Miller K, Earl T, Katapodis N, Sheedy C, Wyant B, Bacon O, Hassol A, Schneiderman S, Woo M, LeRoy L, Fitall E, Long A, Holmes A, Riggs J, Lim A. Making healthcare safer III: a critical analysis of existing and emerging patient safety practices. Rockville (MD): Agency for Healthcare Research and Quality; 2020. Report No.: 20-0029-EF. Zugänglich unter/available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32255576/>
35. White N. Understanding the role of non-technical skills in patient safety. *Nurs Stand.* 2012;26(26):43-48. DOI: 10.7748/ns2012.02.26.26.43.c8972
36. Kohn LT, Corrigan JM, Donaldson MS, editors. *To Err Is Human: Building a Safer Health System.* Washington, D.C.: National Academies Press; 2000. DOI: 10.17226/9728
37. Jeffs L, Abramovich IA, Hayes C, Smith O, Tregunno D, Chan WH, Reeves S. Implementing an interprofessional patient safety learning initiative: insights from participants, project leads and steering committee members. *BMJ Qual Saf.* 2013;22(11):923-930. DOI: 10.1136/bmjqs-2012-001720
38. Anderson ES, Gray R, Price K. Patient safety and interprofessional education: A report of key issues from two interprofessional workshops. *J Interprof Care.* 2017;31(2):154-163. DOI: 10.1080/13561820.2016.1261816
39. European Network For Patient Safety (EUNetPaS). A general guide for education and training in patient safety. European Network For Patient Safety (EUNetPaS); 2010. Zugänglich unter/available from: https://www.eu-patient.eu/globalassets/projects/eunetpas/guidelines_final_22-06-2010.pdf
40. Kolbe M, Schmutz S, Seelandt JC, Eppich WJ, Schmutz JB. Team debriefings in healthcare: aligning intention and impact. *BMJ.* 2021;374:n2042. DOI: 10.1136/bmj.n2042
41. Dufrene C, Young A. Successful debriefing best methods to achieve positive learning outcomes: a literature review. *Nurse Educ Today.* 2014;34(3):372-376. DOI: 10.1016/j.nedt.2013.06.026
42. Lopreiato JO. How Does Health Care Simulation Affect Patient Care? PSNet. Rockville (MD): Agency for Healthcare Research and Quality, US Department of Health and Human Services; 2018. Zugänglich unter/available from: <https://psnet.ahrq.gov/perspective/how-does-health-care-simulation-affect-patient-care>
43. Brazil V, Purdy E, Bajaj K. Connecting simulation and quality improvement: How can healthcare simulation really improve patient care? *BMJ Qual Saf.* 2019;28(11):862-865. DOI: 10.1136/bmjqs-2019-009767
44. Galloway S. Simulation techniques to bridge the gap between novice and competent healthcare professionals. *Online J Issues Nurs.* 2009;14. DOI: 10.3912/OJIN.Vol14No02Man03
45. Aggarwal R, Mytton OT, Derbrew M, Hananel D, Heydenburg M, Isenberg B, MacAulay C, Mancini ME, Morimoto T, Soper N, Ziv A, Reznick R. Training and simulation for patient safety. *Qual Saf Health Care.* 2010;19(Suppl 2):i34-i43. DOI: 10.1136/qshc.2009.038562
46. Scherer D. Selbstwirksamkeit von Auszubildenden in der generalistischen Pflegeausbildung durch Simulationslernen mittels Virtual Reality unterstützen – ein Literatur-Review. *HBScience.* 2024;16(1-2):109-118. DOI: 10.1007/s16024-024-00421-0
47. Forbrig TA. Trainieren im Room of Horrors. *Heilberufe.* 2025;77(5):30-33. Zugänglich unter/available from: <https://www.springerpflege.de/praxisanleitung/trainieren-im-room-of-horrors/50926122>
48. Ballangrud R, Hall-Lord ML, Persenius M, Hedelin B. Intensive care nurses perceptions of simulation-based team training for building patient safety in intensive care: A descriptive qualitative study. *Intensive Crit Care Nurs.* 2014;30(4):179-187. DOI: 10.1016/j.iccn.2014.03.002
49. Yeun EJ, Chon MY, An JH. Perceptions of video-facilitated debriefing in simulation education among nursing students: findings from a q-methodology study. *J Prof Nurs.* 2020;36(2):62-69. DOI: 10.1016/j.profnurs.2019.08.009
50. Edwards JJ. Debriefing for Clinical Learning. PS Net. Rockville (MD): Agency for Healthcare Research and Quality, US Department of Health and Human Services; 2021. Zugänglich unter/available from: <https://psnet.ahrq.gov/primer/debriefing-clinical-learning>
51. Leonard M, Frankel A, Knight AP. What facilitates or hinders team effectiveness in organizations? In: Salas E, Frush K, editors. *Improving patient safety through teamwork and team training.* Oxford (USA): Oxford University Press; 2013. p.27-38.
52. Niu Y, Liu T, Li K, Sun M, Sun Y, Wang X, Yang X. Effectiveness of simulation debriefing methods in nursing education: a systematic review and meta-analysis. *Nurse Educ Today.* 2021;107:105113. DOI: 10.1016/j.nedt.2021.105113
53. Zigmont JJ, Kappus LJ, Sudikoff SN. The 3d model of debriefing: defusing, discovering, and deepening. *Semin Perinatol.* 2011;35(2):52-58. DOI: 10.1053/j.semperi.2011.01.003
54. Patientensicherheit Schweiz. Room of Horrors. Zürich: Patientensicherheit Schweiz. Zugänglich unter/available from: <https://patientensicherheit.ch/forschung-entwicklung/room-of-horrors/>
55. Niederhauser A, Gehring K, Schwappach DL. Whats wrong in here? Implementing a room of horrors simulation in nursing homes to increase awareness for patient safety.
56. Zimmermann C, Fridrich A, Schwappach DL. Training situational awareness for patient safety in a room of horrors: an evaluation of a low-fidelity simulation method. *J Patient Saf.* 2021;17(8):e1026-e1033. DOI: 10.1097/PTS.0000000000000806
57. Löber N, Garske C, Rohe J. Room of horrors ein low-fidelity Simulationstraining für patientensicherheitsrelevante Gefährdungspotentiale im Klinikalltag [Room of horrors: A low-fidelity simulation practice for patient safety-relevant hazards of hospitalization]. *Z Evid Fortbild Qual Gesundheitswes.* 2020;153-154:104-110. DOI: 10.1016/j.zefq.2020.05.010
58. Jung SJ, Kang J, Lee Y. Effectiveness of room-of-error interventions for healthcare providers: a systematic review. *BMC Nurs.* 2025;24(1):100. DOI: 10.1186/s12912-025-02751-4
59. Zimmermann C, Schwappach D. Interaktives Lernen im Room of Horrors - Manual für Spitäler. Zürich: Stiftung für Patientensicherheit Schweiz; 2019. Zugänglich unter/available from: https://patientensicherheit.ch/wp-content/uploads/2023/03/Room_of_Horrors_Manual_Spitler_D_V2.pdf
60. Mascarenhas K, Delgado Irahola MC, Stein AL, Epstein RH, Araya R, Fitzpatrick M, Maga JM. A Novel Approach to the Room of Errors (ROE): A Three-Dimensional Virtual Tour Activity to Spotlight Patient Safety Threats. *Cureus.* 2023;15(3):e36130. DOI: 10.7759/cureus.36130
61. Hevner AR, March ST, Park J, Ram S. Design Science in Information Systems Research. *MIS Quart.* 2004;28(1):75.

62. Hevner AR, Wickramasinghe N. Design science research opportunities in health care. In: Wickramasinghe N, Schaffer JL, editors. *Theories to Inform Superior Health Informatics Research and Practice*. Cham: Springer International Publishing; 2018. p.3-18. DOI: 10.1007/978-3-319-72287-0_1
63. Peffers K, Tuunanen T, Rothenberger MA, Chatterjee S. A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. *J Manag Inform Syst*. 2007;24(3):45-77.
64. Dhw Stuttgart. Studienzentrum Gesundheitswissenschaften und Management. Stuttgart: Dhw-stuttgart. Zugänglich unter/available from: <https://www.dhw-stuttgart.de/dhw-stuttgart/organisation/fakultaet-wirtschaft-und-gesundheit/sz-gesundheitswissenschaft-und-management/>
65. Klinikum Stuttgart. Stuttgarter Simulationszentrum STUPS I. Stuttgart: Klinikum Stuttgart. Zugänglich unter/available from: <https://www.klinikum-stuttgart.de/medizin-pflege/einrichtungen/stuttgarter-simulationszentrum-stups>
66. Aktionsbündnis Patientensicherheit. Wege zur Patientensicherheit - Lernzielkatalog für Kompetenzen in der Patientensicherheit. Berlin: Aktionsbündnis Patientensicherheit (APS); 2014. Zugänglich unter/available from: https://www.aps-ev.de/wp-content/uploads/2016/09/EmpfehlungAGBuT_Lernzielkatalog_Wege_2014_05_14_neu.pdf
67. Kirkpatrick DL. Techniques for evaluating training programs: part 1 - reaction. *J Am Soc Train Develop*. 1959;13(11):3-9.
68. Kirkpatrick DL. Techniques for evaluating training programs: part 2 - learning. *J Am Soc Train Develop*. 1959;13(12):216.
69. Kirkpatrick DL. Techniques for evaluating training programs: part 3 - behavior. *J Am Soc Train Develop*. 1960;14(1):138.
70. Kirkpatrick DL. Techniques for evaluating training programs: part 4 - results. *J Am Soc Train Develop*. 1960;14(2):2832.
71. Kirkpatrick DL, Kirkpatrick JD. *Evaluating training programs: the four levels*. 3rd edition. San Francisco (CA): Berrett-Koehler Publishers, Inc.; 2006.
72. Simon R, Raemer DB, Rudolph JW. *Debriefing Assessment for Simulation in Healthcare (DASH) Raters Handbook*. Boston: Center for Medical Simulation; 2010. Zugänglich unter/available from: <https://harvardmedsim.org/wp-content/uploads/2017/01/DASH.handbook.2010.Final.Rev.2.pdf>
73. Eppich W, Cheng A. Promoting Excellence and Reflective Learning in Simulation (PEARLS): development and rationale for a blended approach to health care simulation debriefing. *Simul Healthc*. 2015;10(2):106-415. DOI: 10.1097/SIH.0000000000000072
74. Jonsson K, Brulin C, Hårgestam M, Lindkvist M, Hultin M. Do team and task performance improve after training situation awareness? A randomized controlled study of interprofessional intensive care teams. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2021;29(1):73. DOI: 10.1186/s13049-021-00878-2
75. Ma J, Zhang G. Team Situation Awareness measurement using group aggregation and implication operators. In: 2008 3rd International Conference on Intelligent System and Knowledge Engineering. Xiamen, China: IEEE; 2008. p.625-630. Zugänglich unter/available from: <http://ieeexplore.ieee.org/document/4731006/>
76. Salmon PM, Stanton NA, Walker GH, Baber C, Jenkins DP, McMaster R, Young MS. What really is going on? Review of situation awareness models for individuals and teams. *Theor Issues Ergo Sci*. 2008;9(4):297-323. DOI: 10.1080/14639220701561775
77. Salmon PM, Stanton NA, Jenkins DP, Walker GH, Young MS, Aujla A. What really is going on? Review, critique and extension of situation awareness theory. In: Harris D, editor. *Engineering Psychology and Cognitive Ergonomics*. Berlin, Heidelberg: Springer; 2007. p.407-16. DOI: 10.1007/978-3-540-73331-7_45
78. Kvarnström S. Difficulties in collaboration: a critical incident study of interprofessional healthcare teamwork. *J Interprof Care*. 2008;22(2):191-203. DOI: 10.1080/13561820701760600
79. Walshe NC, Crowley CM, O'Brien S, Browne JP, Hegarty JM. Educational interventions to enhance situation awareness: a systematic review and meta-analysis. *Simul Healthc*. 2019;14(6):398-408. DOI: 10.1097/SIH.0000000000000376
80. Lowe DJ, Ireland AJ, Ross A, Ker J. Exploring situational awareness in emergency medicine: developing a shared mental model to enhance training and assessment. *Postgrad Med J*. 2016;92(1093):653-658. DOI: 10.1136/postgradmedj-2015-133772
81. Bracq MS, Michinov E, Le Duff M, Arnaldi B, Gouranton V, Jannin P. Training situational awareness for scrub nurses: Error recognition in a virtual operating room. *Nurse Educ Pract*. 2021;53:103056. DOI: 10.1016/j.nepr.2021.103056
82. Brett-Fleegler M, Rudolph J, Eppich W, Monuteaux M, Fleegler E, Cheng A, Simon R. Debriefing assessment for simulation in healthcare: development and psychometric properties. *Simul Healthc*. 2012;7(5):288-294. DOI: 10.1097/SIH.0b013e3182620228
83. World Health Organization (WHO). *Patient safety curriculum guide: multi-professional edition*. Geneva: World Health Organization; 2011. p.272. Zugänglich unter/available from: <https://iris.who.int/handle/10665/44641>

Corresponding author:

Veronika Spielmann
Sonnenbergstr. 14, D-70184 Stuttgart, Germany
veronika.spielmann@outlook.com

Please cite as

Spielmann V, Ebinger M, Jaki C. Development of a digital application to train and debrief situational awareness in interprofessional teams: A simulation-based approach to mitigate patient safety hazards with a virtual room of error. *GMS J Med Educ*. 2026;43(2):Doc24. DOI: 10.3205/zma001818, URN: urn:nbn:de:0183-zma0018185

This article is freely available from

<https://doi.org/10.3205/zma001818>

Received: 2024-11-18

Revised: 2025-08-27

Accepted: 2025-09-10

Published: 2026-02-17

Copyright

©2026 Spielmann 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/>.

Entwicklung einer digitalen Anwendung zum Training und Debriefing von Situationsbewusstsein in interprofessionellen Teams: Ein simulationsbasierter Ansatz zur Reduktion von Risiken für die Patientensicherheit mithilfe eines virtuellen „Room of Error“

Zusammenfassung

Zielsetzung: Dieses Projekt zwischen der DHBW Stuttgart und dem Simulationszentrum am Klinikum Stuttgart (STUPS) befasste sich mit der folgenden Frage: Wie kann Situationsbewusstsein (SB) in interprofessionellen Teams virtuell trainiert und nachbesprochen werden, um Risiken für die Patientensicherheit zu reduzieren? Ziel war es, eine digitale, simulationsbasierte Anwendung für das Training und Debriefing von SB in interprofessionellen Teams zu entwickeln.

Methode: Unter Anwendung des Design Science Research (DSR)-Ansatzes wurde eine Softwareanwendung iterativ auf Grundlage von Literatur und unter Einbezug der Zielsetzungen relevanter Stakeholder entwickelt. Diese leiteten die Entwicklung einer prototypischen Version, welche mit einer kleinen Gruppe von interprofessionellen Teams demonstriert und getestet wurde, um die Anwendbarkeit in der Praxis zu bewerten. Das Feedback der Teilnehmer:innen floss anschließend in die Weiterentwicklung zur finalen Anwendung ein.

Ergebnisse: Die entstandene webbasierte Anwendung vereint simulationsbasiertes Training und strukturiertes Debriefing auf einer gemeinsamen Plattform für Trainer:innen und Teilnehmer:innen. Sie bietet eine virtuelle Umsetzung des Room of Error (ROE) und ermöglicht teambasiertes SB-Training in realitätsnahen Szenarien mit eingebetteten Gefahren für die Patientensicherheit, Gamification und interprofessioneller Zusammenarbeit (IPZ) in Echtzeit. Das strukturierte Debriefing ist in den Ablauf eingebettet und wird durch automatische Tracking- und Auswertungstools unterstützt, die Trainer:innen bei der Leistungsbewertung und der Durchführung von Reflexionsgesprächen unterstützen.

Fazit: Die entwickelte Anwendung bietet eine praxisnahe Lösung zum Training und Debriefing von SB in interprofessionellen Teams mittels eines virtuellen ROE. Sie leistet einen Beitrag zur Aus- und Weiterbildung, indem sie erfahrungsbasiertes Lernen mit strukturierter Reflexion verbindet und sich an den globalen Prioritäten der Patientensicherheit und der medizinischen Bildung orientiert. Während die Umsetzbarkeit bereits demonstriert werden konnte, sind weitere Forschungen erforderlich, um den Einfluss auf SB und IPZ empirisch zu bewerten.

Schlüsselwörter: Patientensicherheit, Bewusstsein, medizinische Fehler, Simulationstraining, Software

Veronika Spielmann¹
Margrit Ebinger²
Christina Jaki³

1 Stuttgart, Deutschland

2 DHBW Stuttgart, Stuttgart, Deutschland

3 Klinikum Stuttgart, Simulationszentrum STUPS, Stuttgart, Deutschland

1. Einleitung

Der globale Imperativ zur Verbesserung der Patientensicherheit, getrieben durch die signifikanten Sterblichkeitsraten und finanziellen Kosten unsicherer Pflege [1], [2], [3], wird im Globalen Aktionsplan für Patientensicherheit 2021-2030 der WHO veranschaulicht, der eine Welt anstrebt, in der „niemand in der Gesundheitsversorgung zu Schaden kommt [...]“ ([4] S.8). Viele medizinische Fehler sind auf menschliche Faktoren zurückzuführen, insbesondere in dynamischen Gesundheitsumgebungen [5], [6], [7], [8], [9], [10]. Die durch die COVID-19-Pandemie beschleunigte Verlagerung hin zu digitalen Methoden eröffnet neue Chancen und Herausforderungen für das Training zur Patientensicherheit. Insbesondere menschenzentrierte digitale Technologien können die Patientensicherheit verbessern, indem sie Information und Kommunikation optimieren. Daher empfiehlt die WHO, einen menschenzentrierten (Human-Factors-)Ansatz auch auf Hard- und Softwareanwendungen anzuwenden [2], [4].

Da viele Fehler auf menschliche Faktoren zurückzuführen sind, ist es für die Verbesserung der Patientensicherheit entscheidend, sich mit schlechten Praktiken und medizinischen Fehlern zu befassen und diese zu reduzieren [11], [12], [13], [14], [15], [16], [17], [5]. Häufig entstehen solche Fehler weniger aus fehlendem Wissen oder mangelnder technischer Kompetenz, sondern aus Defiziten in der Organisationskultur und unzureichend ausgeprägten nicht-technischen Fähigkeiten (NTF) [12], [16], [18], [19], [20]. Eine wichtige NTF ist das Situationsbewusstsein (SB), das „[...] die klinische Argumentation, die diagnostische Genauigkeit und eine angemessene zielgerichtete Leistung erleichtert und den Arzt in die Lage versetzt, die Behandlungsstrategien als Reaktion auf Veränderungen der klinischen Situation sofort anzupassen“ ([21] S.1). SB ist für eine sichere medizinische Praxis von entscheidender Bedeutung, und ihr Fehlen führt häufig zu Fehlern [11], [22], [23], [24], [25], [26]. Besonders in dynamischen und komplexen Umfeldern ist die Fähigkeit, auch unter Zeitdruck effektiv zu handeln, wesentlich, um die klinische Leistung zu verbessern und Fehler zu reduzieren [22], [23], [27], [28]. Daher wird SB in konzeptionellen wie auch in empirischen Studien aufgrund ihrer Bedeutung für die Prävention unerwünschter Ereignisse hervorgehoben, die häufig mit Wahrnehmungsfehlern in Zusammenhang stehen [16], [17], [29], [30], [6].

SB ist auch ein integraler Bestandteil der interprofessionellen Zusammenarbeit (IPZ), die definiert wird als „[...] wenn mehrere Mitarbeiter*innen des Gesundheitswesens mit unterschiedlichem beruflichem Hintergrund umfassende Leistungen erbringen [...], um in verschiedenen Settings die höchste Qualität der Versorgung zu gewährleisten“ ([31] S.7). Die Forschung unterstreicht beispielsweise, dass das SB eines Teams nur so stark ist wie ihr schwächstes Mitglied [11], und Studien bestätigen, dass IPZ und erfahrungsbasiertes Lernen die Teamdynamik, die Entscheidungsfindung und die Fehlerreduktion verbessern [8], [9]. Während sich ein Großteil der Forschung

auf die Verbesserung des individuellen SB konzentriert hat [11], [23], [7], mehren sich die Belege für die Integration teambasierter Trainings, die einen erheblichen Einfluss auf die Patientensicherheit haben [7], [32], [10]. Insbesondere wurde gezeigt, dass interprofessionelles Lernen Patientensterblichkeit verringert [33]. Eine stärkere Ausrichtung auf teamorientierte Interventionen ist daher unerlässlich.

Ein validierter Ansatz zur praktischen Umsetzung besteht im *Training* zu menschenzentrierten Faktoren (Human Factors), das zwischenmenschliche Fähigkeiten, Kommunikation, Teamarbeit und klinische Kompetenzen stärkt [23], [32], [34], [35], [36]. Die Forschung unterstützt teambasierte Interventionen zur Verbesserung von SB und Patientensicherheit, wobei erfahrungsbasiertes Lernen, kontinuierliche Reflexion und gegenseitiger Respekt im Mittelpunkt stehen [7], [8], [9], [37], [38]. Trainingsbasierte Ansätze stehen zudem im Einklang mit dem Ziel der WHO, Patientensicherheit in die Berufsausbildung zu integrieren, wobei interprofessionelles Teamtraining besonders betont wird [4], [31], [39]. Jüngste technologische Fortschritte haben die Einführung *simulationsbasierter Trainings* beschleunigt, die die Entwicklung von Kompetenzen in einem kontrollierten Umfeld ermöglichen und die berufliche Weiterentwicklung fördern, ohne die Patientensicherheit zu gefährden [40], [41], [42], [43], [44], [45], [46]. Angesichts ihres Potenzials, die Patientensicherheit in allen Gesundheitsberufen zu stärken, wird erwartet, dass sie sich als Standard etablieren [45], [47]. Studien heben die Vorteile von Simulationen hervor, insbesondere bei der Schärfung des klinischen Bewusstseins, der Förderung sicherer Versorgung und der Verbesserung des Lernens durch *Debriefing* [48], [49]. Als zentrales Element simulationsbasierter Trainings ist das Debriefing entscheidend für die Verbesserung der Teamarbeit, die Förderung einer Lernkultur und die Steigerung der Versorgungsqualität [50], [51], [52], [40]. Durch die Anregung zu kritischer Reflexion und Analyse gilt es als grundlegende Voraussetzung für wirksame simulationsbasierte Ausbildung [41], [53].

Dies unterstreicht das synergetische Potenzial interprofessioneller, simulationsbasierter Trainings in Kombination mit aktiver Reflexion. Trotz ihres anerkannten Wertes betont die WHO, dass „[...] die Aus- und Weiterbildung von Fachkräften im Gesundheitswesen bislang zu wenig genutzt und als wesentliches Instrument zur Bewältigung der Herausforderungen einer verbesserten Patientensicherheit unterschätzt wurde [...]“ ([4], S.49). Frühere Studien zeigen, dass der Room of Error (ROE), auch bekannt als Room of Horror, zunehmend in der Ausbildung im Gesundheitswesen eingesetzt wird [54], [55], [56], [57], [58], [47], [59]. Zimmermann et al. [56] bewerteten ihn als Low-Fidelity-SB-Simulation in 13 Schweizer Spitälern, bei der die Teilnehmer*innen weniger als die Hälfte der eingebetteten Risiken erkannten – ein Hinweis auf die Grenzen bestehender SB-Trainings. Interprofessionelle Gruppeninteraktionen verbesserten jedoch die Fehlererkennung und unterstreichen damit den Wert kollaborativer Elemente. Die Studie bestätigt die Bedeutung struk-

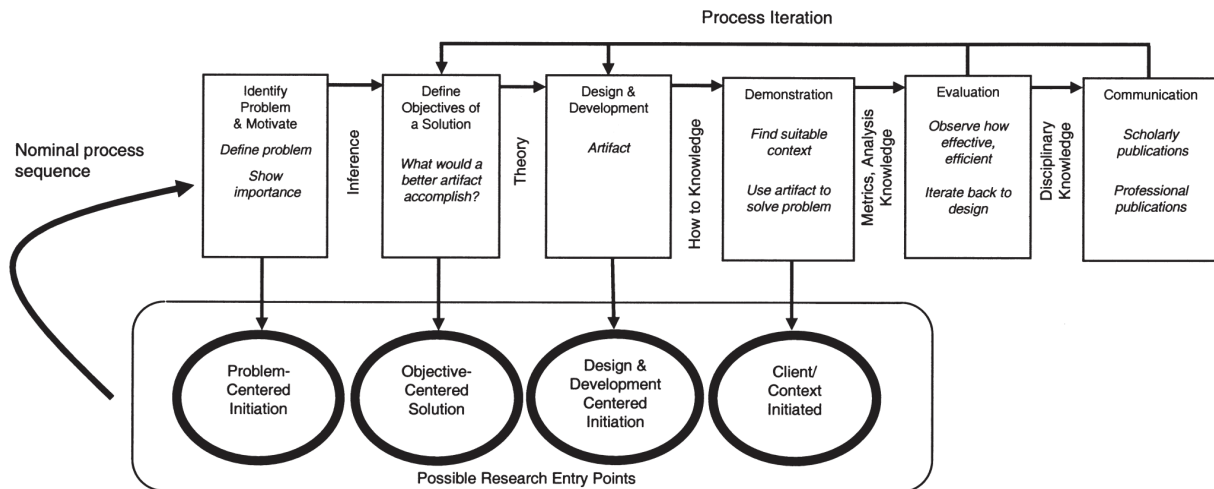


Abbildung 1: Prozessmodell der DSR-Methodik nach Peffers et al. [63], S.54 (nur in Englisch verfügbar)

turierter Debriefings und teambasierter Formate. Um die Grenzen physischer Formate zu überwinden, entwickelten Mascarenhas et al. [60] eine virtuelle 3D-Version des ROE, die Zugänglichkeit und Zufriedenheit verbesserte. Ihr extern entwickeltes, individuell ausgerichtetes Tool wies jedoch Einschränkungen hinsichtlich Anpassungsfähigkeit, Teaminteraktion und integriertem Debriefing auf. Diese Defizite werden auch in einer systematischen Übersichtsarbeit von Jung et al. hervorgehoben [58]. Diese Einschränkungen verdeutlichen eine umfassendere Lücke: den Mangel an digitalen Lösungen, die erfahrungsbasiertes, teambasiertes Lernen unter realistischen Bedingungen mit einem strukturiertem Debriefing verbinden. Um hier Abhilfe zu schaffen, stellt dieser Bericht die Entwicklung einer digitalen, simulationsbasierten Anwendung vor, die sich an der *Forschungsfrage* orientiert: Wie kann SB in interprofessionellen Teams virtuell trainiert und nachbesprochen werden, um Risiken für die Patientensicherheit zu reduzieren? Ziel war die Entwicklung einer simulationsbasierten Anwendung für das Training und Debriefing von SB in interprofessionellen Teams. Unter Verwendung von Design Science Research (DSR) als methodologischer Rahmen wird die Softwareentwicklung detailliert beschrieben. Die Ergebnisse zeigen, wie die Anwendung eine ganzheitliche Lösung bietet, indem sie simulationsbasiertes Training mit strukturiertem Debriefing integriert, um IPZ und SB in realistischen Szenarien zu fördern. Der Bericht endet mit einer kritischen Diskussion der Ergebnisse und einer abschließenden Schlussfolgerung.

2. Methodik

Zur Beantwortung der Forschungsfrage setzten wir DSR ein: eine Methodik aus der Informationssystemforschung, die auf die Entwicklung und Evaluierung technologiebasierter Artefakte zur Lösung praxisrelevanter Herausforderungen ausgerichtet ist [61], [62], [63]. Bei unserem Artefakt handelt es sich um eine simulationsbasierte Anwendung, mit der interprofessionelle Teams in einer virtuellen ROE-Umgebung zu SB trainiert und anschlie-

ßend nachbesprochen werden können, um Gefährdungen der Patientensicherheit zu mindern. DSR steht im Einklang mit den WHO-Grundsätzen für die Entwicklung sicherer, widerstandsfähiger Patientensicherheitssysteme, indem menschliche Faktoren, multidisziplinäre Zusammenarbeit und das soziotechnische Umfeld integriert werden [4].

Wir folgten dem von Peffers et al. ([63] S.5) vorgeschlagenen sechsstufigen Modell (siehe Abbildung 1), das einen strukturierten und iterativen Ansatz für DSR bietet:

1. Problemstellung und Motivation: Das Projekt ist motiviert durch die hohe Inzidenz vermeidbarer medizinischer Fehler und das Fehlen einer umfassenden Lösung für das Training und Debriefing von SB in interprofessionellen Teams.
2. Definition der Ziele für eine Lösung: Auf Grundlage der Literatur und des Inputs der Stakeholder haben wir Ziele für eine Lösung definiert, die sowohl das Training von SB als auch das Debriefing in interprofessionellen Teams unterstützt (siehe Kapitel 3).
3. Entwurf und Entwicklung: Wir entwickelten eine digitale Anwendung, die realistische klinische Szenarien mit einem virtuellen ROE simuliert und teambasiertes SB-Training und integriertes Debriefing ermöglicht. Eine erste prototypische Version wurde auf Basis von Nutzerfeedback iterativ verbessert, woraus die in diesem Bericht vorgestellte zweite Version hervorging (siehe Kapitel 4).
4. Demonstration: Die prototypische Anwendung wurde in einer Sitzung mit interprofessionellen Teams erprobt, bestehend aus Medizinstudierenden im letzten Studienjahr sowie aus Studierenden der Gesundheits- und Pflegewissenschaften.
5. Auswertung: Das Feedback aus der Demonstration wurde gesammelt und analysiert. Die Erkenntnisse flossen in die Weiterentwicklung zur zweiten Version der Anwendung ein.
6. Kommunikation: In diesem Bericht werden die DSR-Ergebnisse vorgestellt, um ihre Verbreitung unter Lehrkräften, Forschenden und weiteren Interessen-

Tabelle 1: Zielsetzungen für die Anwendungsentwicklung

Zielsetzung	Erklärung
Virtuelles Trainingsszenario	Entwicklung eines realistischen virtuellen Patientenzimmers mit eingebetteten Fehlern/Gefährdungen (ROE), die sich am Kompetenzkatalog des Aktionsbündnisses Patientensicherheit (APS e.V.) [66] orientieren und sich nach dem Leitfaden <i>Interactive Learning in the Room of Horrors</i> der Stiftung Patientensicherheit Schweiz [54] richten. Alle Elemente sollen anklickbar, in der Detailansicht betrachtbar und als Fehler markierbar sein.
Gamification	Integration kompetitiver Elemente, die das unter hohem Druck stehende Arbeitsumfeld im Gesundheitswesen simulieren und den Schwerpunkt auf Zeit-effizienz und Genauigkeit bei der Identifizierung von Risiken für die Patientensicherheit legen.
IPZ	Konzeption der Anwendung mit einer Aufnahmekapazität von 30-40 Teilnehmer*innen in interprofessionellen Gruppen sowie mit Funktionen zum gemeinsamen Erstellen und Teilen von Notizen zu identifizierten Risiken für die Patientensicherheit, um Transparenz und Realitätsnähe zu gewährleisten.
Analyse und Evaluation	Erfassung von Zeiteffizienz und Genauigkeit, um die Gruppenleistung zu bewerten und Trainer*innen beim Debriefing, sowie der Identifizierung der drei leistungsstärksten Gruppen zu unterstützen.
Debriefing	Ermöglichung von trainergeleiteten Debriefing-Sessions nach dem Training, in denen Fehler analysiert, Lösungsansätze ausgetauscht und die Gruppenleistungen evaluiert werden, wobei die Session mit der Auszeichnung des Siegerteams abschließt.
Benutzerfreundlichkeit	Sicherstellung der Zugänglichkeit der Anwendung ohne spezielle Ausstattung (z. B. VR/AR) und der niederschweligen Einsetzbarkeit im Gesundheitswesen.
Skalierbarkeit	Konzeption der Anwendungsarchitektur auf einfache Anpassbarkeit und Skalierbarkeit sowohl in die Tiefe (d. h. hinsichtlich der Bandbreite an Patientensicherheitsrisiken) als auch Breite (d. h. hinsichtlich der Vielfalt an Trainingsszenarien), um langfristige Einsatzrelevanz sicherstellen zu können.

gruppen zu fördern und die Einführung sowie weiter-führende Forschung zu unterstützen.

3. Entwicklung einer digitalen, simulationsbasierten Anwendung

Die Anwendung wurde im Rahmen eines Kooperationsprojekts zwischen der Dualen Hochschule Baden-Württemberg (DHBW) Stuttgart [64] und dem Simulationszentrum STUPS am Klinikum Stuttgart [65] entwickelt. STUPS bietet simulationsbasiertes Training mit Fokus auf Patientensicherheit an und betreibt einen physischen ROE. (siehe Anhang 1, Teil 1), in dem Teilnehmer*innen Patientensicherheitsrisiken in einem simulierten klinischen Umfeld identifizieren [54], [55], [56], [57]. Erste Asätze zur Digitalisierung des Formats – unter Verwendung einer digitalen Bildtafel in Lehrveranstaltungen [<https://padlet.com/>] (siehe Anhang 1, Teil 2) sowie Videokonferenzen zum Debriefing – ermöglichten STUPS praxisorientierte Erkenntnisse über die Potenziale (z. B. verbesserte Zugänglichkeit, Wiederverwendbarkeit und Effizienz der Vorbereitung) sowie die Grenzen digitaler Lösungen, insbesondere in Bezug auf Gruppenzusammensetzung, IPZ, Fehlertracking und strukturiertem Debriefing. Diese Erfahrungen bildeten die Grundlage für die initialen Entwicklungsanforderungen, die in weiteren Diskussionen mit Trainer*innen, Teilnehmer*innen und weiteren Stakeholdern präzisiert wurden. In Übereinstimmung mit Schritt 2 von DSR wurden diese Anforderungen in konkrete Ziele für die Anwendungsentwicklung über-

führt (siehe Tabelle 1), die als Grundlage für die Erstellung einer digitalen, simulationsbasierten Anwendung zum Training und Debriefing von SB in interprofessionellen Teams dienen.

Die definierten Ziele spiegeln zentrale funktionale und didaktische Anforderungen wider. Ein Kernziel bestand darin, eine realistische virtuelle Trainingsumgebung zu schaffen, die ein Patientenzimmer mit eingebetteten Gefährdungen für die Patientensicherheit nachbildet und sowohl mit dem Kompetenzkatalog des Aktionsbündnisses Patientensicherheit (APS e.V.) als auch mit dem Leitfaden *Interactive Learning in the Room of Horrors* der Stiftung Patientensicherheit Schweiz abgestimmt ist [66], [59]. Innerhalb dieser virtuellen Umgebung sollten die Hochdruckbedingungen des klinischen Arbeitsalltags – in denen Teilnehmer*innen unter Zeitdruck agieren und Patientensicherheitsrisiken präzise identifizieren müssen – durch Gamification-Elemente simuliert werden. Zur Förderung der IPZ ist vorgesehen, 30-40 Teilnehmer*innen aufzunehmen, die in interprofessionellen Teams von jeweils etwa fünf Personen zusammenarbeiten. Diese Teams betreten den virtuellen ROE gleichzeitig, agieren jedoch unabhängig voneinander und dokumentieren die identifizierten Gefährdungen in einem digitalen, teamintern geteilten Notizbuch. Um dem bisherigen Fehlen ganzheitlicher digitaler Lösungen entgegenzuwirken, die Training und Debriefing innerhalb einer einzigen Anwendung vereinen, bestand ein zentrales Ziel darin, das Debriefing als integralen Bestandteil des Trainingsprozesses zu gestalten. Dementsprechend unterstützt die Anwendung durch Trainer*innen geleitetes Debriefing,

indem sie einen strukturierten Zugriff auf die Dokumentationen der einzelnen Teams ermöglicht. Dadurch sollten identifizierte Gefährdungen überprüft, Lösungsansätze diskutiert und leistungsstarke Teams ausgezeichnet werden können. Weitere Ziele umfassten die Skalierbarkeit für unterschiedliche Einsatzszenarien sowie eine hohe Benutzerfreundlichkeit durch den Verzicht auf spezialisierte Ausstattung (z. B. VR/AR), um niedrighschwelliger Einsatz bei gleichzeitiger Wahrung der Realitätsnähe sicherzustellen. Gemäß DSR wurden diese Ziele bei der Entwicklung der webbasierten Software berücksichtigt (Schritt 3). Der Prototyp wurde im Rahmen einer studieninternen Entwicklungschallenge vorgestellt (Schritt 4), bei der die hier beschriebene Lösung vier andere Ansätze übertraf und anschließend mehrfach getestet wurde, um die Weiterentwicklung zu einer voll funktionsfähigen Anwendung zu begründen.

4. Ergebnisse

4.1. Pilotierung der prototypischen Anwendung

In einer Evaluierung wurden die Praxistauglichkeit, die Nutzererfahrung und das Weiterentwicklungspotenzial des Prototyps getestet. Sie wurde im Rahmen einer Trainings-Session mit fünf Medizinstudierenden im letzten Studienjahr und neun Studierenden der Gesundheits- und Pflegewissenschaften (n=14) durchgeführt, die in drei interprofessionelle Teams eingeteilt waren. Das Evaluationsdesign orientierte sich am Kirkpatrick-Modell, das Trainings auf vier Ebenen bewertet: Reaktion, Lernen, Verhalten und Ergebnisse [67], [68], [69], [70], [71]. Zur Operationalisierung dieser Ebenen wurde nach dem Training ein Fragebogen eingesetzt, der geschlossene Likert-Skalen-Items zu wahrgenommenem Lernerfolg, Relevanz, Schwierigkeitsgrad und interprofessionellem Austausch mit offenen Fragen zu Schlüsselerlebnissen, einprägsamen Fehlern und allgemeinen Eindrücken kombinierte (siehe Anhang 1, Teil 3 und 4). Die Ergebnisse (siehe Anhang 1, Teil 5) zeigen, dass der Prototyp positiv aufgenommen wurde und seine explorativen Zielsetzungen erfüllte. Alle Teilnehmer*innen berichteten, vom interprofessionellen Austausch profitiert zu haben, und 86% bewerteten die eingebetteten Gefährdungen als relevant für ihren beruflichen Kontext. Über zwei Drittel stimmten der Aussage voll zu, dass das Training lehrreich war, und die Mehrheit würde das Format weiterempfehlen. Die qualitativen Antworten stützten diese Ergebnisse und hoben insbesondere den Wert der Teamarbeit unter Zeitdruck sowie die Bedeutung hervor, Patientensicherheit aus verschiedenen Perspektiven zu diskutieren. Mehrere Teilnehmer*innen befürworteten eine Weiterentwicklung der Anwendung und gaben konstruktive Anregungen. Insgesamt bestätigte die Evaluation die Praxistauglichkeit des Prototyps und untermauerte die Entscheidung zur weiteren Entwicklung. Die gewonnenen Erkenntnisse

flossen direkt in die Weiterentwicklung ein und trugen zur verbesserten Anwendung bei, die im folgenden Abschnitt vorgestellt wird.

4.2. Entwickelte digitale, simulationsbasierte Anwendung

Aufbauend auf den Erkenntnissen aus dem Pilottest des Prototyps wurde die Anwendung zu einer voll funktionsfähigen, webbasierten Plattform weiterentwickelt. In diesem Abschnitt wird die finale Version vorgestellt: eine simulationsbasierte Anwendung für das Training von SB in interprofessionellen Teams, die eine realistische virtuelle Umgebung, kollaborative Funktionen, Performance Analysen und ein strukturiertes Debriefing zu einem ganzheitlichen Konzept integriert.

4.2.1. Nutzerzentriertes Design

Die Anwendung verfügt über ein plattformbasiertes Design, das auf zwei Benutzergruppen zugeschnitten ist: Trainer*innen und Teilnehmer*innen (siehe Abbildung 2). Für Trainer*innen dient die Plattform als zentraler Knotenpunkt für die Planung und Durchführung von Trainings und Debriefings. Trainer*innen registrieren sich, greifen auf virtuelle Szenarien zu und nutzen das Dashboard zur Erstellung und zeitlichen Planung von Simulationen (siehe Anhang 1, Teil 6). Teilnehmer*innen werden von den Trainer*innen entweder automatisch oder manuell über einen eindeutigen Registrierungscode, der per E-Mail oder QR-Code übermittelt wird, den Gruppen zugewiesen. Dies vereinfacht die Koordination, fördert die digitale Zusammenarbeit und reduziert den administrativen Aufwand. Die Teilnehmer*innen registrieren sich, erstellen ein Profil (siehe Anhang 1, Teil 7) und verwenden den Code, um sich für Sessions anzumelden. Die automatische Zuweisung zu einem interprofessionellen Team wird dabei im jeweiligen Profil angezeigt (siehe Anhang 1, Teil 8). Die Teilnehmer*innen betreten einen virtuellen Warteraum, erhalten ein Briefing und nehmen an der Training-Session teil, die entweder nach einer festgelegten Zeit oder auf Entscheidung des Teams endet (siehe Anhang 1, Teil 9). Die Anwendung setzt hierbei eine Videokonferenz für die Kommunikation voraus, wobei externe Tools für den Austausch von Registrierungscode und das Debriefing der Ergebnisse zu verwenden sind. Die verbale Kommunikation während des Trainings ist von entscheidender Bedeutung, und Trainer*innen können das Debriefing nach dem Training mit einem einzigen Klick starten (siehe Anhang 1, Teil 10), gefolgt von einer schrittweisen Analyse und Bewertung.

4.2.2. Virtuelles Trainingsszenario und spielerischer Charakter

Die Anwendung simuliert den ROE mithilfe hochauflösender 360-Grad-Bilder. Die Teilnehmer*innen betreten ein virtuell erkundbares Szenario mit ihren Teammitgliedern, einem zentral platzierten Timer sowie anklickbaren Ele-

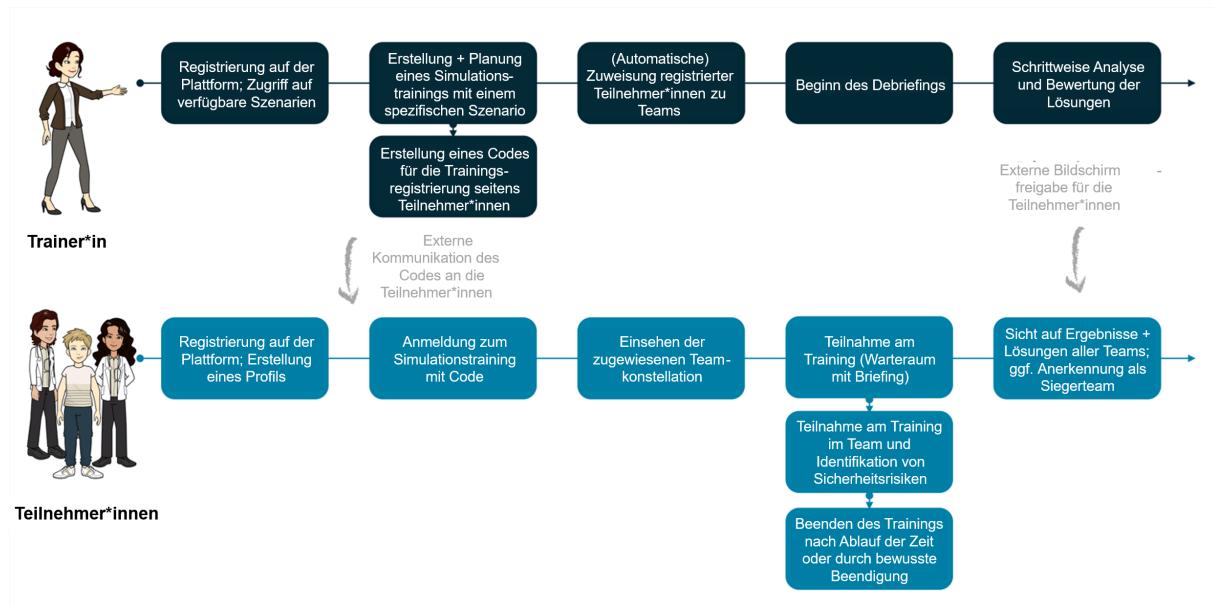


Abbildung 2: Nutzerzentriertes Design

menten wie einem digitalen Notizbuch und einer Patientenakte (siehe Anhang 1, Teil 11). Der Raum enthält 13 Fehler, die mit Gefährdungen der Patientensicherheit in Verbindung stehen (siehe Anhang 1, Teil 12). Grau markierte, interaktive Elemente ermöglichen eine genauere Betrachtung, etwa des Beistelltischs der Patient*innen (siehe Anhang 1, Teil 13). Beim Anklicken eines Elements öffnet sich ein Pop-up-Fenster, in dem Teilnehmer*innen die identifizierten Gefährdungen beschreiben können; ihre Eingaben werden im digitalen Notizbuch gespeichert. Die Simulation ahmt ein unter Zeitdruck stehendes Arbeitsumfeld nach, in dem der rot blinkende Countdown in der letzten Minute den Stresspegel gezielt erhöht.

4.2.3. Interprofessionelle Teams und interaktive Zusammenarbeit

Die Anwendung unterstützt eine skalierbare IPZ, indem sie die Teilnahme zahlreicher Teilnehmer*innen ermöglicht, die in mehrere separate Teams eingeteilt werden. Über das Dashboard können Trainer*innen die Teilnehmer*innen automatisch oder manuell professionellen Teams zuweisen, wofür eine Drag-and-Drop-Oberfläche zur Verfügung steht (siehe Anhang 1, Teil 14 und 15). Dadurch wird eine optimale fachliche Durchmischung gewährleistet und der administrative Aufwand der Trainer*innen reduziert. Teilnehmer*innen können ihre zugewiesenen Teams unmittelbar einsehen, einschließlich der Namen und beruflichen Hintergründe (siehe Anhang 1, Teil 8). Die Zusammenarbeit wird zudem durch ein gemeinsames digitales Notizbuch unterstützt, das der Dokumentation und Diskussion erkannter Fehler dient (siehe Anhang 1, Teil 16), ergänzt durch Benachrichtigungen für die Zusammenarbeit in Echtzeit. Insgesamt bilden interprofessionelle Teams das zentrale Element des ROE, da sie eine realitätsnahe Zusammenarbeit und eine umfassendere Gefahrenerkennung über Berufsgrenzen hinweg ermöglichen (siehe Abbildung 3).

4.2.4. Analyse und Auswertung

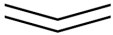
Die Anwendung erfasst zwei zentrale Kennzahlen: die Zeit, die die Teams in der Simulation verbringen, sowie ihre Performance beim Erkennen und Dokumentieren von Fehlern. Diese Kennzahlen sind für das Debriefing, die Förderung des interprofessionellen Dialogs und die Unterstützung der Trainer*innen bei der Besprechung von Fehlern, die möglicherweise unbemerkt geblieben sind, sowie bei der Bewertung der Ergebnisse und Auszeichnung der besten Teams von entscheidender Bedeutung. Durch das automatische Tracken der von den einzelnen Gruppen identifizierten Fehlern und deren Zuordnung zu den jeweiligen Teams ermöglicht die Anwendung ein transparentes Leistungsmonitoring. Darüber hinaus werden alle Ergebnisse systematisch gespeichert, was eine langfristige Analyse erlaubt, um das Training kontinuierlich weiterzuentwickeln und herauszufinden, wie Risiken von unterschiedlichen Berufsgruppen wahrgenommen werden.

4.2.5. Debriefing

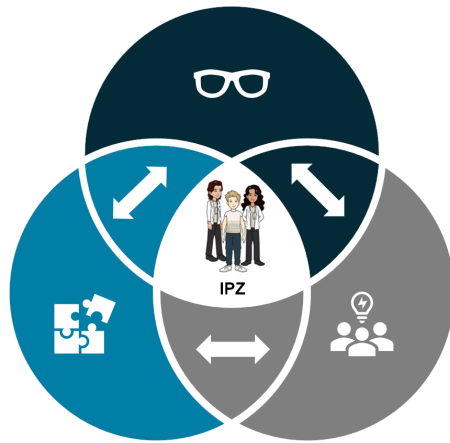
Nach der Training-Session wird das Debriefing über das Dashboard der Trainer*innen gestartet (siehe Anhang 1, Teil 10). Der Prozess orientiert sich am DASH-Rahmenwerk [72] und wurde durch PEARLS-Strategien [73] ergänzt, um psychologische Sicherheit zu fördern und die Reflexion über drei Phasen hinweg zu strukturieren: Reaktion, Analyse und Transfer. Die Anwendung unterstützt die Analysephase durch eine strukturierte Aufbereitung der Teamantworten, Musterlösungen und die Bewertung der Teamleistung, während die übrigen Phasen flexibel durch Trainer*innen moderiert werden. Diese flexible Gestaltung ermöglicht sowohl „Debrief-to-Learn“- als auch „Debrief-to-Manage“-Ansätze [40], und entspricht damit den Empfehlungen für die Reflexion nach Trainingsmaßnahmen zur Förderung klinischen Denkens und der Pati-

Klinische Praxis

- Fehler treten häufig an **Schnittstellen zwischen Professionen** auf.
- Oft bedingt durch **Unterschiede** in Kommunikationsstilen, Erwartungen oder durch ein mangelndes Verständnis der jeweiligen Rollen und Verantwortlichkeiten.



Interprofessionelle Teams als Kernelement der Anwendung



Mehrperspektivische Fehlererkennung

Ärzte, Ärztinnen, Pfleger*innen und andere Gesundheitsfachpersonen beobachten und interpretieren Situationen aus unterschiedlichen Perspektiven. Dadurch wird eine umfassendere Analyse von Risiken und Fehlern ermöglicht.

Realistisches Trainingsumfeld

Die virtuelle Trainingsumgebung spiegelt authentische klinische Szenarien wider, in denen interprofessionelle Zusammenarbeit (IPZ) essenziell ist.

Verbesserte Lernergebnisse

Teilnehmer*innen reflektieren sowohl individuelle Handlungen als auch teaminterne Dynamiken. Dies fördert ein tieferes Verständnis gemeinsamer Verantwortung und stärkt eine Kultur der Patientensicherheit.

Abbildung 3: Relevanz der interprofessionellen Zusammenarbeit (IPZ)

entensicherheit [48]. Für einen Überblick siehe Abbildung 4.

5. Diskussion

Die definierten Ziele für Entwicklung der Anwendung wurden erfolgreich in einer voll funktionsfähigen, webbasierten Anwendung umgesetzt. Die finale Version zeigt die Machbarkeit einer realistischen, kollaborativen und skalierbaren Simulationserfahrung für interprofessionelle Teams – ohne den Bedarf an spezieller Ausstattung:

- Ein hochauflösendes virtuelles 360-Grad-Patientenzimmer bildet ein klinisches Umfeld nach, in dem die Teilnehmer*innen eines interprofessionellen Teams gemeinsam Gefährdungen der Patientensicherheit identifizieren, markieren und beschreiben müssen.
- Gamification-Elemente, einschließlich Zeitbegrenzungen und teambasiertem Wettbewerb, führen Druck- und Motivationsmechanismen ein, die darauf ausgelegt sind, Aspekte klinischer Dringlichkeit zu simulieren und das Training von SB unter realistischen Bedingungen zu unterstützen.
- IPZ wird durch ein skalierbares Management der Teilnehmer*innen mit automatischer oder manueller Teamzuweisung unterstützt. Ein gemeinsames digitales Notizbuch ermöglicht eine transparente Zusammenarbeit, während gruppenübergreifende Debriefings den interprofessionellen Austausch und das gemeinsame Lernen zusätzlich fördern.
- Integrierte Analysefunktionen tracken die Zeit und Genauigkeit der Fehlererkennung, unterstützen strukturierte, datengestützte Debriefings und verringern die Arbeitsbelastung der Trainer*innen.

- Das Debriefing ist in den Trainingsprozess eingebettet, bietet einen geführten Zugang zu den Teamdokumentationen und ermöglicht eine Reflexion, die von Trainer*innen flexibel moderiert werden kann.
- Die browserbasierte Architektur gewährleistet eine einfache Bedienbarkeit und einen niederschweligen Zugang, so dass ortsunabhängige Trainings ohne physische Räumlichkeiten möglich sind.
- Die modulare Anwendungsarchitektur erlaubt die Erweiterung von Szenarien und die Skalierung der Komplexität.

Trotz dieser Fortschritte bestehen weiterhin einige Einschränkungen. Erstens wurde die endgültige Version, obwohl sie auf Erkenntnissen aus der Evaluation des Prototyps basiert, bislang keiner formalen Testung unterzogen. Ihre Wirkung auf SB und IPZ bedarf daher noch einer empirischen Validierung. Zweitens wurde, trotz theoretischer Fundierung, bislang kein empirischer Zusammenhang zwischen der Nutzung der Anwendung und einer Verbesserung des SB nachgewiesen. Dies verdeutlicht die grundsätzlichen Schwierigkeiten bei der Messung von SB in teambasierten Kontexten. Bestehende Ansätze wie die SA Global Assessment Technique oder Team SA [27], [74], [75] können hierbei als Ausgangspunkt dienen, liefern jedoch in Teamsettings häufig uneindeutige Ergebnisse [5]. Die Komplexität interprofessioneller Dynamiken und die unterschiedlichen Wissensbeiträge der Beteiligten erschweren die Bewertung von SB und erfordern systemische Ansätze wie das Konzept von verteilter SB (Distributed SA) [76], [77], [78]. Zukünftige Forschungsarbeiten sollten sich daher auf die Anpassung oder Kombination solcher Methoden konzentrieren, um empirisch zu untersuchen, ob die Anwendung im praktischen Einsatz messbare Effekte auf SB erzielt.

Nach dem Training: Debriefing (in der Regel moderiert von zwei Trainer*innen unterschiedlicher Professionen; ca. 30 Minuten)**Abbildung 4: Debriefing-Prozess**

Abschließend ist festzuhalten, dass die Anwendung zwar in Hinblick auf Effizienz, Kosteneffektivität, Wiederverwendbarkeit und Skalierbarkeit konzipiert wurde, es diese Aspekte jedoch im Rahmen künftig breiter angelegter Einsätze der Anwendung und Längsschnittstudien erst noch zu prüfen gilt.

6. Schlussfolgerung

Dieser Bericht befasste sich mit der Frage, wie SB in interprofessionellen Teams virtuell trainiert und nachbesprochen werden kann, um Risiken für die Patientensicherheit zu reduzieren. Unter Anwendung des DSR-Ansatzes wurde eine digitale, simulationsbasierte Anwendung entwickelt, die das SB-Training in einer virtuellen ROE-Umgebung mit einem strukturierten, von Trainer*innen geleiteten Debriefing kombiniert. Die Anwendung steht im Einklang mit globalen Entwicklungen in der medizinischen Ausbildung, die Simulationen als Mittel zur Förderung von Teamarbeit, Kommunikation und Fehlermanagement hervorheben [23], [5], [79], [80], [81]. Durch das Zusammenspiel von IPZ und reflexionsbasiertem Debriefing unterstützt sie sowohl die Empfehlungen der WHO als auch die bildungswissenschaftliche Forschung zu teambasiertem Lernen, Human Factors und psychologisch sicherem Feedback [5], [9], [38], [48], [49], [82], [83]. Insgesamt leistet die Entwicklung der Anwendung einen Beitrag zur zunehmenden Bedeutung von Simulationen in der interprofessionellen Ausbildung und beim Lernen aus Fehlern zur Vermeidung von Schäden [38], [83]. Während die Umsetzbarkeit der Anwendung nachgewiesen wurde, bedarf ihre pädagogische Wirksamkeit – ins-

besondere ihre Auswirkung auf SB und IPZ – einer weiteren empirischen Validierung.

Abkürzungen

- DSR: Design Science Research
- IPZ: Interprofessionelle Zusammenarbeit
- NTF: Nicht-technische Fähigkeiten
- ROE: Room of Error
- SB: Situationsbewusstsein
- STUPS: Stuttgarter Pädiatrie- und Patientensimulator

Danksagung

Wir danken Prof. Dr. Kai Holzweißig, Studiendekan und Studiengangsleiter der Wirtschaftsinformatik an der DHBW Stuttgart, für seine bedeutende Rolle als Initiator und Unterstützer des Projekts. Seine Offenheit für innovative Lehransätze hat wesentlich zur Realisierung des Projekts beigetragen. Unser besonderer Dank gilt auch Daniel Seger, Student der Wirtschaftsinformatik Data Science an der DHBW Stuttgart, für seine unschätzbaren technischen Beiträge, die maßgeblich zum Erfolg des Projekts beigetragen haben. Daniels anhaltende Motivation und sein unermüdliches Engagement waren entscheidend für die Entwicklung des ersten und zweiten Artefakts sowie für die fortlaufende Weiterentwicklung und Optimierung der Anwendung.

Anmerkungen

Datenschutz und ethische Überlegungen

Innovative Lehrformate können unter dem rechtlichen Rahmen der Hochschulerprobung (LHG BW §32) evaluiert werden. Der Pilotversuch zum Virtuellen Fehlerraum wurde nach ethischen Grundsätzen konzipiert und durchgeführt, einschließlich der freiwilligen Teilnahme, der informierten Einwilligung und des Datenschutzes gemäß der Datenschutzgrundverordnung.

ORCIDs der Autorinnen

- Veronika Spielmann: [0009-0003-9428-8075]
- Margrit Ebinger: [0009-0007-3378-3258]
- Christina Jaki: [0009-0002-0797-5452]

Interessenkonflikt

Die Autorinnen erklären, dass sie keinen Interessenkonflikt im Zusammenhang mit diesem Artikel haben.

Anhänge

Verfügbar unter <https://doi.org/10.3205/zma001818>

1. Anhang_1.pdf (5296 KB)
Ergänzendes Material

Literatur

1. World Health Organization. WHO calls for urgent action to reduce patient harm in healthcare. Geneva: World Health Organization (WHO); 2019. Zugänglich unter/available from: <https://www.who.int/news/item/13-09-2019-who-calls-for-urgent-action-to-reduce-patient-harm-in-healthcare#:~:text=And%20yet%20globally%2C%20at%20least,Ghebreyesus%2C%20WHO%20Director%2DGeneral>
2. Slawomirski L, Klazinga N. The economics of patient safety. From analysis to action. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD); 2020. DOI: 10.1787/18152015
3. World Health Organization (WHO). Patient safety. Newsroom. Geneva: World Health Organization (WHO); 2023. Zugänglich unter/available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/patient-safety>
4. World Health Organization (WHO). Global patient safety action plan 2021-2030: towards eliminating avoidable harm in health care. Geneva: World Health Organization (WHO); 2021. Zugänglich unter/available from: <https://www.who.int/teams/integrated-health-services/patient-safety/policy/global-patient-safety-action-plan>
5. Coolen E, Draaisma J, Loeffen J. Measuring situation awareness and team effectiveness in pediatric acute care by using the situation global assessment technique. *Eur J Pediatr*. 2019;178(6):837-8/50. DOI: 10.1007/s00431-019-03358-z
6. Anderson CI, Nelson CS, Graham CF, Mosher BD, Gohil KN, Morrison CA, Schneider PD, Kepros JP. Disorganized care: the findings of an iterative, in-depth analysis of surgical morbidity and mortality. *J Surg Res*. 2012;177(1):43-48. DOI: 10.1016/j.jss.2012.05.007
7. Graafland M, Schraagen JM, Boermeester MA, Bemelman WA, Schijven MP. Training situational awareness to reduce surgical errors in the operating room. *Br J Surg*. 2014;102(1):16-23. DOI: 10.1002/bjs.9643
8. Dinius J, Philipp R, Ernstmann N, Heier L, Görlitz AS, Pfisterer-Heise S, Hammerschmidt J, Bergelt C, Hammer A, Körner M. Inter-professional teamwork and its association with patient safety in German hospitals cross sectional study. *PLoS One*. 2020;15(5):e0233766. DOI: 10.1371/journal.pone.0233766
9. Anderson E, Thorpe L, Heney D, Petersen S. Medical students benefit from learning about patient safety in an interprofessional team. *Med Educ*. 2009;43(6):542-552. DOI: 10.1111/j.1365-2923.2009.03328.x
10. Gross B, Rusin L, Kiesewetter J, Zottmann JM, Fischer MR, Prückner S, Zech A. Crew resource management training in healthcare: a systematic review of intervention design, training conditions and evaluation. *BMJ Open*. 2019;9(2):e025247. DOI: 10.1136/bmjopen-2018-025247
11. Brennan PA, Holden C, Shaw G, Morris S, Oeppen RS. Leading article: What can we do to improve individual and team situational awareness to benefit patient safety? *Br J Oral Maxillofac Surg*. 2020;58(4):404-408. DOI: 10.1016/j.bjoms.2020.01.030
12. Paterson-Brown S. Improving patient safety through education. *BMJ*. 2011;342:d214. DOI: 10.1136/bmj.d214
13. Carayon P, Wetterneck TB, Rivera-Rodriguez AJ, Hundt AS, Hoonakker P, Holden R, Gurses AP. Human factors systems approach to healthcare quality and patient safety. *Appl Ergon*. 2014;45(1):14-25. DOI: 10.1016/j.apergo.2013.04.023
14. Gurses AP, Ozok AA, Pronovost PJ. Time to accelerate integration of human factors and ergonomics in patient safety. *BMJ Qual Saf*. 2012;21(4):347-351. DOI: 10.1136/bmjqs-2011-000421
15. Leape LL, Berwick DM, Bates DW. What practices will most improve safety?: evidence-based medicine meets patient safety. *JAMA*. 2002;288(4):501-507. DOI: 10.1001/jama.288.4.501
16. Reader T, Flin R, Lauche K, Cuthbertson BH. Non-technical skills in the intensive care unit. *Br J Anaesth*. 2006;96(5):551-559. DOI: 10.1093/bja/ael067
17. Flin R, Fioratou E, Frerk C, Trotter C, Cook TM. Human factors in the development of complications of airway management: preliminary evaluation of an interview tool. *Anaesthesia*. 2013;68(8):817-825. DOI: 10.1111/anae.12253
18. Johnson AP, Aggarwal R. Assessment of non-technical skills: why aren't we there yet? *BMJ Qual Saf*. 2019;28(8):606-608. DOI: 10.1136/bmjqs-2018-008712
19. Catchpole K. Spreading human factors expertise in healthcare: untangling the knots in people and systems. *BMJ Qual Saf*. 2013;22(10):793-797. DOI: 10.1136/bmjqs-2013-002036
20. Studdert DM, Brennan TA, Thomas EJ. What have we learned from the Harvard Medical Practice Study? In: Rosenthal MM, Sutcliffe KM, editors. *Medical error: What do we know? What do we do?* San Francisco (CA): Jossey-Bass; 2002. p.3-33.
21. Feller S, Feller L, Bhayat A, Feller G, Gafaar Khammissa RA, Vally ZI. Situational Awareness in the Context of Clinical Practice. *Healthcare (Basel)*. 2023;11(23):3098. DOI: 10.3390/healthcare11233098
22. Schulz CM, Endsley MR, Kochs EF, Gelb AW, Wagner KJ. Situation awareness in anesthesia: concept and research. *Anesthesiology*. 2013;118(3):729-742. DOI: 10.1097/ALN.0b013e318280a40f

23. Walshe N, Ryng S, Drennan J, O'Connor P, O'Brien S, Crowley C, Hegarty J. Situation awareness and the mitigation of risk associated with patient deterioration: a meta-narrative review of theories and models and their relevance to nursing practice. *Int J Nurs Stud.* 2021;124:104086. DOI: 10.1016/j.ijnurstu.2021.104086
24. Green B, Parry D, Oepfen R, Plint S, Dale T, Brennan P. Situational awareness what it means for clinicians, its recognition and importance in patient safety. *Oral Dis.* 2017;23(6):721-725. DOI: 10.1111/odi.12547
25. Panesar SS, Carson-Stevens A, Mann BS, Bhandari M, Madhok R. Mortality as an indicator of patient safety in orthopaedics: lessons from qualitative analysis of a database of medical errors. *BMC Musculoskelet Disord.* 2012;13:93. DOI: 10.1186/1471-2474-13-93
26. Aoki Y, Inata Y, Hatachi T, Shimizu Y, Takeuchi M. Outcomes of unrecognised situation awareness failures events in intensive care unit transfer of children in a Japanese childrens hospital. *J Paediatrics Child Health.* 2019;55(2):213-215. DOI: 10.1111/jpc.14185
27. Endsley MR. Design and evaluation for situation awareness enhancement. *Proc Hum Factors Ergon Soc Annu Meet.* 1988;32(2):97-101. DOI: 10.1177/15419312880320022
28. Hazlehurst B, McMullen CK, Gorman PN. Distributed cognition in the heart room: How situation awareness arises from coordinated communications during cardiac surgery. *J Biomed Inform.* 2007;40(5):539-551. DOI: 10.1016/j.jbi.2007.02.001
29. Schulz CM, Krauthaim V, Hackemann A, Kreuzer M, Kochs EF, Wagner KJ. Situation awareness errors in anesthesia and critical care in 200 cases of a critical incident reporting system. *BMC Anesthesiol.* 2016;16:4. DOI: 10.1186/s12871-016-0172-7
30. Schulz CM, Burden A, Posner KL, Mincer SL, Steadman R, Wagner KJ, Domino KB. Frequency and Type of Situational Awareness Errors Contributing to Death and Brain Damage: A Closed Claims Analysis. *Anesthesiology.* 2017;127(2):326-337. DOI: 10.1097/ALN.0000000000001661
31. World Health Organization (WHO). Framework for action on interprofessional education & collaborative practice. Geneva: World Health Organization (WHO); 2010. Zugänglich unter/available from: https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/70185/WHO_HRH_HPN_10.3_eng.pdf?sequence=1
32. Catchpole K, Mishra A, Handa A, McCulloch P. Teamwork and error in the operating room: analysis of skills and roles. *Ann Surg.* 2008;247(4):699-706. DOI: 10.1097/SLA.0b013e3181642ec8
33. Webster C, Coomber T, Sue Min Liu, Allen KD, Jowsey T. Interprofessional Learning in Multidisciplinary Healthcare Teams Is Associated With Reduced Patient Mortality: A Quantitative Systematic Review and Meta-analysis. *J Patient Saf.* 2023;20(1):57-65. DOI: 10.1097/PTS.0000000000001170
34. Hall K, Shoemaker-Hunt S, Hoffman L, Richard S, Gall E, Schoyer E, Costar D, Gale B, Schiff G, Miller K, Earl T, Katapodis N, Sheedy C, Wyant B, Bacon O, Hassol A, Schneiderman S, Woo M, LeRoy L, Fitall E, Long A, Holmes A, Riggs J, Lim A. Making healthcare safer III: a critical analysis of existing and emerging patient safety practices. Rockville (MD): Agency for Healthcare Research and Quality; 2020. Report No.: 20-0029-EF. Zugänglich unter/available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32255576/>
35. White N. Understanding the role of non-technical skills in patient safety. *Nurs Stand.* 2012;26(26):43-48. DOI: 10.7748/ns2012.02.26.26.43.c8972
36. Kohn LT, Corrigan JM, Donaldson MS, editors. *To Err Is Human: Building a Safer Health System.* Washington, D.C.: National Academies Press; 2000. DOI: 10.17226/9728
37. Jeffs L, Abramovich IA, Hayes C, Smith O, Tregunno D, Chan WH, Reeves S. Implementing an interprofessional patient safety learning initiative: insights from participants, project leads and steering committee members. *BMJ Qual Saf.* 2013;22(11):923-930. DOI: 10.1136/bmjqs-2012-001720
38. Anderson ES, Gray R, Price K. Patient safety and interprofessional education: A report of key issues from two interprofessional workshops. *J Interprof Care.* 2017;31(2):154-163. DOI: 10.1080/13561820.2016.1261816
39. European Network For Patient Safety (EUNetPaS). A general guide for education and training in patient safety. European Network For Patient Safety (EUNetPaS); 2010. Zugänglich unter/available from: https://www.eu-patient.eu/globalassets/projects/eunetpas/guidelines_final_22-06-2010.pdf
40. Kolbe M, Schmutz S, Seelandt JC, Eppich WJ, Schmutz JB. Team debriefings in healthcare: aligning intention and impact. *BMJ.* 2021;374:n2042. DOI: 10.1136/bmj.n2042
41. Dufrene C, Young A. Successful debriefing best methods to achieve positive learning outcomes: a literature review. *Nurse Educ Today.* 2014;34(3):372-376. DOI: 10.1016/j.nedt.2013.06.026
42. Lopreiato JO. How Does Health Care Simulation Affect Patient Care? PSNet. Rockville (MD): Agency for Healthcare Research and Quality, US Department of Health and Human Services; 2018. Zugänglich unter/available from: <https://psnet.ahrq.gov/perspective/how-does-health-care-simulation-affect-patient-care>
43. Brazil V, Purdy E, Bajaj K. Connecting simulation and quality improvement: How can healthcare simulation really improve patient care? *BMJ Qual Saf.* 2019;28(11):862-865. DOI: 10.1136/bmjqs-2019-009767
44. Galloway S. Simulation techniques to bridge the gap between novice and competent healthcare professionals. *Online J Issues Nurs.* 2009;14. DOI: 10.3912/OJIN.Vol14No02Man03
45. Aggarwal R, Mytton OT, Derbrew M, Hananel D, Heydenburg M, Issenberg B, MacAulay C, Mancini ME, Morimoto T, Soper N, Ziv A, Reznick R. Training and simulation for patient safety. *Qual Saf Health Care.* 2010;19(Suppl 2):i34-i43. DOI: 10.1136/qshc.2009.038562
46. Scherer D. Selbstwirksamkeit von Auszubildenden in der generalistischen Pflegeausbildung durch Simulationslernen mittels Virtual Reality unterstützen – ein Literatur-Review. *HBSscience.* 2024;16(1-2):109-118. DOI: 10.1007/s16024-024-00421-0
47. Forbrig TA. Trainieren im Room of Horrors. *Heilberufe.* 2025;77(5):30-33. Zugänglich unter/available from: <https://www.springerpflege.de/praxisanleitung/trainieren-im-room-of-horrors/50926122>
48. Ballangrud R, Hall-Lord ML, Persenius M, Hedelin B. Intensive care nurses perceptions of simulation-based team training for building patient safety in intensive care: A descriptive qualitative study. *Intensive Crit Care Nurs.* 2014;30(4):179-187. DOI: 10.1016/j.iccn.2014.03.002
49. Yeun EJ, Chon MY, An JH. Perceptions of video-facilitated debriefing in simulation education among nursing students: findings from a q-methodology study. *J Prof Nurs.* 2020;36(2):62-69. DOI: 10.1016/j.profnurs.2019.08.009
50. Edwards JJ. Debriefing for Clinical Learning. PS Net. Rockville (MD): Agency for Healthcare Research and Quality, US Department of Health and Human Services; 2021. Zugänglich unter/available from: <https://psnet.ahrq.gov/primer/debriefing-clinical-learning>
51. Leonard M, Frankel A, Knight AP. What facilitates or hinders team effectiveness in organizations? In: Salas E, Frush K, editors. *Improving patient safety through teamwork and team training.* Oxford (USA): Oxford University Press; 2013. p.27-38.

52. Niu Y, Liu T, Li K, Sun M, Sun Y, Wang X, Yang X. Effectiveness of simulation debriefing methods in nursing education: a systematic review and meta-analysis. *Nurse Educ Today*. 2021;107:105113. DOI: 10.1016/j.nedt.2021.105113
53. Zigmont JJ, Kappus LJ, Sudikoff SN. The 3d model of debriefing: defusing, discovering, and deepening. *Semin Perinatol*. 2011;35(2):52-58. DOI: 10.1053/j.semperi.2011.01.003
54. Patientensicherheit Schweiz. Room of Horrors. Zürich: Patientensicherheit Schweiz. Zugänglich unter/available from: <https://patientensicherheit.ch/forschung-entwicklung/room-of-horrors/>
55. Niederhauser A, Gehring K, Schwappach DL. Whats wrong in here? Implementing a room of horrors simulation in nursing homes to increase awareness for patient safety.
56. Zimmermann C, Fridrich A, Schwappach DL. Training situational awareness for patient safety in a room of horrors: an evaluation of a low-fidelity simulation method. *J Patient Saf*. 2021;17(8):e1026-e1033. DOI: 10.1097/PTS.0000000000000806
57. Löber N, Garske C, Rohe J. Room of horrors ein low-fidelity Simulationstraining für patientensicherheitsrelevante Gefährdungspotentiale im Klinikalltag [Room of horrors: A low-fidelity simulation practice for patient safety-relevant hazards of hospitalization]. *Z Evid Fortbild Qual Gesundheitswes*. 2020;153-154:104-110. DOI: 10.1016/j.zefq.2020.05.010
58. Jung SJ, Kang J, Lee Y. Effectiveness of room-of-error interventions for healthcare providers: a systematic review. *BMC Nurs*. 2025;24(1):100. DOI: 10.1186/s12912-025-02751-4
59. Zimmermann C, Schwappach D. Interaktives Lernen im Room of Horrors - Manual für Spitäler. Zürich: Stiftung für Patientensicherheit Schweiz; 2019. Zugänglich unter/available from: https://patientensicherheit.ch/wp-content/uploads/2023/03/Room_of_Horrors_Manual_Spitler_D_V2.pdf
60. Mascarenhas K, Delgado Irahola MC, Stein AL, Epstein RH, Araya R, Fitzpatrick M, Maga JM. A Novel Approach to the Room of Errors (ROE): A Three-Dimensional Virtual Tour Activity to Spotlight Patient Safety Threats. *Cureus*. 2023;15(3):e36130. DOI: 10.7759/cureus.36130
61. Hevner AR, March ST, Park J, Ram S. Design Science in Information Systems Research. *MIS Quart*. 2004;28(1):75.
62. Hevner AR, Wickramasinghe N. Design science research opportunities in health care. In: Wickramasinghe N, Schaffer JL, editors. *Theories to Inform Superior Health Informatics Research and Practice*. Cham: Springer International Publishing; 2018. p.3-18. DOI: 10.1007/978-3-319-72287-0_1
63. Peffers K, Tuunanen T, Rothenberger MA, Chatterjee S. A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. *J Manag Inform Syst*. 2007;24(3):45-77.
64. Dhw Stuttgart. Studienzentrum Gesundheitswissenschaften und Management. Stuttgart: Dhw-stuttgart. Zugänglich unter/available from: <https://www.dhw-stuttgart.de/dhw-stuttgart/organisation/fakultaet-wirtschaft-und-gesundheit/sz-gesundheitswissenschaft-und-management/>
65. Klinikum Stuttgart. Stuttgarter Simulationszentrum STUPS I. Stuttgart: Klinikum Stuttgart. Zugänglich unter/available from: <https://www.klinikum-stuttgart.de/medizin-pflege/einrichtungen/stuttgarter-simulationszentrum-stups>
66. Aktionsbündnis Patientensicherheit. Wege zur Patientensicherheit - Lernzielkatalog für Kompetenzen in der Patientensicherheit. Berlin: Aktionsbündnis Patientensicherheit (APS); 2014. Zugänglich unter/available from: https://www.aps-ev.de/wp-content/uploads/2016/09/EmpfehlungAGBuT_Lernzielkatalog_Wege_2014_05_14_neu.pdf
67. Kirkpatrick DL. Techniques for evaluating training programs: part 1 - reaction. *J Am Soc Train Develop*. 1959;13(11):3-9.
68. Kirkpatrick DL. Techniques for evaluating training programs: part 2 - learning. *J Am Soc Train Develop*. 1959;13(12):216.
69. Kirkpatrick DL. Techniques for evaluating training programs: part 3 - behavior. *J Am Soc Train Develop*. 1960;14(1):138.
70. Kirkpatrick DL. Techniques for evaluating training programs: part 4 - results. *J Am Soc Train Develop*. 1960;14(2):2832.
71. Kirkpatrick DL, Kirkpatrick JD. Evaluating training programs: the four levels. 3rd edition. San Francisco (CA): Berrett-Koehler Publishers, Inc.; 2006.
72. Simon R, Raemer DB, Rudolph JW. Debriefing Assessment for Simulation in Healthcare (DASH) Raters Handbook. Boston: Center for Medical Simulation; 2010. Zugänglich unter/available from: <https://harvardmedsim.org/wp-content/uploads/2017/01/DASH.handbook.2010.Final.Rev.2.pdf>
73. Eppich W, Cheng A. Promoting Excellence and Reflective Learning in Simulation (PEARLS): development and rationale for a blended approach to health care simulation debriefing. *Simul Healthc*. 2015;10(2):106-415. DOI: 10.1097/SIH.0000000000000072
74. Jonsson K, Brulin C, Härgestam M, Lindkvist M, Hultin M. Do team and task performance improve after training situation awareness? A randomized controlled study of interprofessional intensive care teams. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2021;29(1):73. DOI: 10.1186/s13049-021-00878-2
75. Ma J, Zhang G. Team Situation Awareness measurement using group aggregation and implication operators. In: 2008 3rd International Conference on Intelligent System and Knowledge Engineering. Xiamen, China: IEEE; 2008. p.625-630. Zugänglich unter/available from: <http://ieeexplore.ieee.org/document/4731006/>
76. Salmon PM, Stanton NA, Walker GH, Baber C, Jenkins DP, McMaster R, Young MS. What really is going on? Review of situation awareness models for individuals and teams. *Theor Issues Ergo Sci*. 2008;9(4):297-323. DOI: 10.1080/14639220701561775
77. Salmon PM, Stanton NA, Jenkins DP, Walker GH, Young MS, Aujla A. What really is going on? Review, critique and extension of situation awareness theory. In: Harris D, editor. *Engineering Psychology and Cognitive Ergonomics*. Berlin, Heidelberg: Springer; 2007. p.407-16. DOI: 10.1007/978-3-540-73331-7_45
78. Kvarnström S. Difficulties in collaboration: a critical incident study of interprofessional healthcare teamwork. *J Interprof Care*. 2008;22(2):191-203. DOI: 10.1080/13561820701760600
79. Walshe NC, Crowley CM, O'Brien S, Browne JP, Hegarty JM. Educational interventions to enhance situation awareness: a systematic review and meta-analysis. *Simul Healthc*. 2019;14(6):398-408. DOI: 10.1097/SIH.0000000000000376
80. Lowe DJ, Ireland AJ, Ross A, Ker J. Exploring situational awareness in emergency medicine: developing a shared mental model to enhance training and assessment. *Postgrad Med J*. 2016;92(1093):653-658. DOI: 10.1136/postgradmedj-2015-133772
81. Bracq MS, Michinov E, Le Duff M, Arnaldi B, Gouranton V, Jannin P. Training situational awareness for scrub nurses: Error recognition in a virtual operating room. *Nurse Educ Pract*. 2021;53:103056. DOI: 10.1016/j.nepr.2021.103056
82. Brett-Fleegler M, Rudolph J, Eppich W, Monuteaux M, Fleegler E, Cheng A, Simon R. Debriefing assessment for simulation in healthcare: development and psychometric properties. *Simul Healthc*. 2012;7(5):288-294. DOI: 10.1097/SIH.0b013e3182620228
83. World Health Organization (WHO). Patient safety curriculum guide: multi-professional edition. Geneva: World Health Organization; 2011. p.272. Zugänglich unter/available from: <https://iris.who.int/handle/10665/44641>

Korrespondenzadresse:

Veronika Spielmann
Sonnenbergstr. 14, 70184 Stuttgart, Deutschland
veronika.spielmann@outlook.com

Bitte zitieren als

Spielmann V, Ebinger M, Jaki C. Development of a digital application to train and debrief situational awareness in interprofessional teams: A simulation-based approach to mitigate patient safety hazards with a virtual room of error. *GMS J Med Educ.* 2026;43(2):Doc24.
DOI: 10.3205/zma001818, URN: urn:nbn:de:0183-zma0018185

Artikel online frei zugänglich unter
<https://doi.org/10.3205/zma001818>

Eingereicht: 18.11.2024
Überarbeitet: 27.08.2025
Angenommen: 10.09.2025
Veröffentlicht: 17.02.2026

Copyright

©2026 Spielmann 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/>.