

Olga Vogel | Anna-Lena Emmi Gabriel | Annette Kluge

Durch Auffrischung zum Kompetenzerhalt!

Ergebnisse des Projekts „Kompetenzerhalt für Nicht-Routine-Tätigkeiten in digitalen Arbeitsumgebungen: Studien anhand der Berufe Chemikant/-in und Pharmakant/-in“ (Teil 2)



Olga Vogel | Anna-Lena Emmi Gabriel | Annette Kluge

Durch Auffrischung zum Kompetenzerhalt!

Ergebnisse des Projekts „Kompetenzerhalt für Nicht-Routine-Tätigkeiten in digitalen Arbeitsumgebungen: Studien anhand der Berufe Chemikant/-in und Pharmakant/-in“ (Teil 2)

Impressum

Zitiervorschlag:

Vogel, Olga; Gabriel, Anna-Lena Emmi; Kluge, Annette: Durch Auffrischung zum Kompetenzerhalt! Ergebnisse des Projekts „Kompetenzerhalt für Nicht-Routine-Tätigkeiten in digitalen Arbeitsumgebungen: Studien anhand der Berufe Chemikant/-in und Pharmakant/-in“ (Teil 2). Bonn 2025. URL: <https://www.bibb.de/dienst/publikationen/de/20525>

1. Auflage 2025

Herausgeber:

Bundesinstitut für Berufsbildung
Friedrich-Ebert-Allee 114 – 116
53113 Bonn
Internet: www.bibb.de

Publikationsmanagement:

Stabsstelle „Publikationen und wissenschaftliche Informationsdienste“
E-Mail: publikationsmanagement@bibb.de
www.bibb.de/veroeffentlichungen

Herstellung und Vertrieb:

Verlag Barbara Budrich
Stauffenbergstraße 7
51379 Leverkusen
Internet: www.budrich.de
E-Mail: info@budrich.de

Trotz sorgfältiger inhaltlicher Kontrolle übernimmt das BIBB keine Haftung für die Inhalte externer Links. Für den Inhalt der verlinkten Seiten sind ausschließlich deren Betreiber verantwortlich.

Lizenzierung:

Der Inhalt dieses Werkes steht unter einer Creative-Commons-Lizenz (Lizenztyp: Namensnennung – Weitergabe unter gleichen Bedingungen – 4.0 International).



Weitere Informationen zu Creative Commons und Open Access finden Sie unter www.bibb.de/oa.

ISBN 978-3-8474-2809-1 (Print)

ISBN 978-3-96208-556-8 (Open Access)

urn:nbn:de:0035-1205-4

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar.

Gedruckt auf umweltfreundlichem Papier

Vorwort

Die zunehmende Automatisierung und Digitalisierung industrieller Prozesse haben nicht nur tiefgreifende Auswirkungen auf die Organisation von Arbeit, sondern stellen auch neue Anforderungen an die Gestaltung beruflicher Bildung. Während bei operativen Routinetätigkeiten zunehmend überwachende Tätigkeiten mit entsprechenden Kompetenzbedarfen anfallen, müssen die Fachkräfte in immer wieder auftretenden Nicht-Routine-Situationen Aufgaben mit hoher Komplexität bewältigen, die ein ganz anderes Kompetenzspektrum erfordern. Damit rücken Fragen des Kompetenzerhalts in den Vordergrund: Wie können Kompetenzen gesichert werden, die nur noch selten im Arbeitsalltag Anwendung finden, in kritischen Situationen jedoch entscheidend sind?

Der erste Teil des Forschungsprojekts „KONDITION – Kompetenzerhalt für Nicht-Routine-Tätigkeiten in digitalen Arbeitsumgebungen“ (CONEIN/FELKL/BLUM 2025) widmete sich dieser Problematik aus einer empirisch-analytischen Perspektive. Am Beispiel der Berufe Chemikant/-in und Pharmakant/-in wurde untersucht, ob und in welchem Umfang automatisierungsbedingter Kompetenzverlust auftritt, welche Aufgabenbereiche betroffen sind und welche individuellen sowie organisationalen Einflussfaktoren hierfür verantwortlich sind.

Aufbauend auf den Befunden des ersten Teils fokussiert der vorliegende zweite Teil des Projekts die Entwicklung und Evaluation geeigneter Maßnahmen zur Sicherung der für den Nicht-Routine-Fall relevanten Kompetenzen.

In enger Kooperation mit Unternehmen der chemischen und pharmazeutischen Industrie wurden zwei exemplarische Auffrischungsinterventionen umgesetzt: ein auf Virtual Reality basiertes Training zur Schulung technischer Handlungsfähigkeit und ein gamifiziertes On-the-Job-Training zur Stärkung nicht technischer Teamressourcen-Kompetenzen. Beide Interventionen wurden systematisch evaluiert mit dem Ziel, praxisnahe, integrierbare und zugleich wissenschaftlich fundierte Konzepte für den Kompetenzerhalt zu erproben.

Zentral war dabei die Frage, inwieweit sich solche Trainings in bestehende Arbeitsprozesse integrieren lassen, welche Akzeptanz sie bei den Beschäftigten finden und welche Auswirkungen sie auf das sicherheitskritische Verhalten in Nicht-Routine-Situationen haben. Die Ergebnisse zeigen, dass insbesondere kurze, arbeitsplatznahe Interventionen einen vielversprechenden Ansatz darstellen. Während das VR-Training die technische Handlungssicherheit in simulierten Notfallszenarien erhöhen konnte, unterstützte das auf Gamification basierende Format die Reaktivierung und Reflexion überfachlicher Kompetenzen in Teams.

Mit dieser zweiten Projektphase wird ein Beitrag zur Etablierung systematischer Kompetenzauffrischungen in der industriellen Produktion geleistet – einem Bereich, in dem bislang im Gegensatz zu Hochrisikobranchen wie der Luftfahrt solche Maßnahme selten angewendet werden, obwohl auch dort, wie im ersten Teil des Projekts gezeigt werden konnte, die Problematik des automatisierungsbedingten Kompetenzverlustes existiert.

Stephanie Conein

Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	3
1 Einleitung: Problemdarstellung, Projektkontext, Forschungsfragen.....	7
2 Dokumentenanalyse	10
2.1 Methodisches Vorgehen	10
2.2 Ergebnisse	11
2.2.1 Chemische Industrie	11
2.2.2 Pharmazeutische Industrie	12
2.2.3 Luft- und Seefahrtindustrie.....	13
2.2.4 Weitere Branchen.....	19
2.3 Gesamtbetrachtung	21
2.4 Limitationen	22
2.5 Fazit.....	23
3 Trainingsevaluation.....	24
3.1 Technische Kompetenzen: Evaluation eines VR-Auffrischungstrainings bei Merck KGaA.....	24
3.1.1 Stichprobe	24
3.1.2 Versuchsdurchführung	25
3.1.3 Erhobene Variablen	27
3.1.4 Ergebnisse.....	29
3.1.5 Diskussion	34
3.2 Nicht technische Kompetenzen: Entwicklung und Durchführung eines Auffrischungstrainings bei Covestro AG	35
3.2.1 Stichprobe	36
3.2.2 Versuchsdurchführung	36
3.2.3 Die Treatment-Variablen	40
3.2.4 Statistische Analysen	43
3.2.5 Ergebnisse	44
3.2.6 Diskussion	47
4 Gesamtfazit.....	50
Literaturverzeichnis.....	52
Verzeichnis der Autorinnen und Autoren	55

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildungen

Abbildung 1: Übersicht über die Versuchsdurchführung – Evaluation eines technischen Auffrischungstrainings in der chemischen und pharmazeutischen Industrie	25
Abbildung 2: Beispielansicht einer Teilnehmerin während der Trainingsdurchführung	25
Abbildung 3: Hauptbildschirm und Prozessleitsystem aus Sicht der TN (links); Produktionscontainer kurz vor der Explosion im Notfallszenario 1 aus Sicht der TN (rechts)	27
Abbildung 4: Nicht technische Ziele der VR-Simulation	31
Abbildung 5: Benötigte Zeit zur Lösung der Notfallsituation	32
Abbildung 6: Benötigte Zeit zur Durchführung der Trainingsstufe III	33
Abbildung 7: Übersicht über die Versuchsdurchführung – Evaluation der TRM-Box.....	37
Abbildung 8: Ansicht der TRM-Box von oben	39
Abbildung 9: Beispielitem Situational Judgement Test: Falsche Probenahme.....	43
Abbildung 10: Deskriptive Statistik zur Bewertung des Trainings anhand des Backward-Looking-TEI	44

Tabellen

Tabelle 1: Analyisierte Auffrischungstrainings in der chemischen Industrie	11
Tabelle 2 (Teil 1): Anwendung der Analysekatégorien auf Auffrischungsinterventionen in der Luft- und Seefahrt	14
Tabelle 2 (Teil 2): Anwendung der Analysekatégorien auf Auffrischungsinterventionen in der Luft- und Seefahrt	15
Tabelle 3: Auffrischungsinterventionen von Maersk Training A/S	19
Tabelle 4: Übersicht über prä-post erhobene abhängige Variablen	27
Tabelle 5: Trainingsevaluation	30
Tabelle 6: Ergebnisse der Überprüfung der zweiten Hypothese.....	33
Tabelle 7: Trainingszeitpunkte Etappe 1 bis Etappe 3, aufgeteilt nach Teilnahmegruppen	36
Tabelle 8: Ziele der TRM-Box	38
Tabelle 9: Subskalen und Beispielitems des Fragebogens „TRM-Kompetenzen“	41
Tabelle 10: Bewertungen der einzelnen Etappen.....	45
Tabelle 11: Ergebnisse der Überprüfung der ersten Teilhypothese H1a.....	45
Tabelle 12: Auswertungsergebnisse der Hypothese H1b	46

1 Einleitung: Problemdarstellung, Projektkontext, Forschungsfragen

Mit der fortschreitenden Digitalisierung und Automatisierung industrieller Produktionsprozesse im Zuge von Industrie 4.0 und zunehmend auch im Rahmen von Industrie 5.0 verändert sich die Rolle menschlicher Arbeit grundlegend. Fachkräfte übernehmen verstärkt überwachende und strategische Funktionen, während operative Routinetätigkeiten automatisierten Systemen übertragen werden (vgl. KLOSTERMANN u. a. 2022). Diese Verlagerung bringt neue Herausforderungen für die berufliche Handlungskompetenz mit sich, insbesondere im Hinblick auf die Anwendung selten genutzter Kompetenzen.

Ein zentrales Problem besteht in Nicht-Routine-Situationen (NRS), etwa bei technischen Störungen oder unvorhergesehenen Prozessabweichungen, in denen von den Fachkräften ein rascher, kompetenter Zugriff auf Wissen, Fertigkeiten und Erfahrungen verlangt wird (vgl. KLUGE/FRANK 2018). Kompetenzen, die im regulären Betrieb kaum mehr benötigt werden, unterliegen dem Risiko, in Notfallsituationen nicht rechtzeitig abgerufen werden zu können. Die kognitive Psychologie beschreibt dieses Phänomen als Skill Decay, also den Verfall oder die verminderte Abrufbarkeit erworbener Fähigkeiten und Kenntnisse nach längeren Perioden der Nichtanwendung (vgl. ARTHUR u. a. 1998; BJORK/BJORK 2006).

In Hochrisikoorganisationen (High Reliability Organizations) – wie etwa der Luftfahrt, des Militärs oder der Energieversorgung – sind solche Situationen besonders kritisch, da Fehlhandlungen gravierende Folgen nach sich ziehen können. In diesen Bereichen wurden daher standardisierte Maßnahmen zur Auffrischung kritischer Kompetenzen etabliert, etwa verpflichtende Refresher-Trainings (vgl. WIENER/CURRY 2007; WEBB/ANGEL 2018). Im industriellen Produktionskontext hingegen – insbesondere in der chemischen und pharmazeutischen Industrie – existieren bislang kaum vergleichbare Konzepte, obwohl auch hier zunehmend zeitkritische Echtzeitsysteme zum Einsatz kommen.

Das Forschungsprojekt „Kompetenzerhalt für Nicht-Routine-Tätigkeiten in digitalen Arbeitsumgebungen: Studien anhand der Berufe Chemikant/-in und Pharmakant/-in (KONDITION)“ zielt darauf ab, die Relevanz und Ausprägung von Skill Decay in den Berufen Chemikant/-in und Pharmakant/-in zu untersuchen. Beide Berufe sind durch einen hohen Automatisierungsgrad und eine zunehmend digitalisierte Produktionsumgebung gekennzeichnet. Gleichzeitig zeigt der sogenannte Arbeitsvermögen-Index (AV-Index), dass insbesondere Chemikantinnen und Chemikanten überdurchschnittlich häufig mit Unwägbarkeiten, Komplexität und Wandel konfrontiert sind (vgl. PFEIFFER/SUPHAN 2015).

Im ersten Teil des Forschungsprojekts wurden folgende Forschungsfragen untersucht:

1. In welcher Weise ist die Problematik des automatisierungsbedingten Kompetenzverlustes bei den beruflichen Tätigkeiten von Chemikanten/Chemikantinnen und Pharmakanten/Pharmakantinnen anzutreffen?
 - 1.1 Gibt es automatisierungsbedingten Kompetenzverlust auch an den Arbeitsplätzen von Chemikanten/Chemikantinnen und Pharmakanten/Pharmakantinnen und wie verbreitet ist er?
 - 1.2 Welche Arbeitsaufgaben sind betroffen?
 - 1.3 Welche Tätigkeiten im Rahmen dieser Arbeitsaufgaben sind betroffen?
 - 1.4 Welche Kompetenzen sind betroffen?
 - 1.5 Was sind die Folgen?
 - 1.6 Gibt es auf die Individuen bezogene Faktoren, die den Kompetenzverlust beeinflussen?
 - 1.7 Gibt es außerhalb des Individuums Faktoren, die den Kompetenzverlust beeinflussen?

Detaillierte Ergebnisse hierzu sind ebenfalls in der Reihe „BIBB Forschungsberichte“ veröffentlicht worden (CONEIN/FELKL/BLUM 2025). Zusammengefasst lässt sich feststellen, dass die Problematik des automatisierungsbedingten Kompetenzverlustes auch an den Arbeitsplätzen der chemischen Produktion deutlich wird und dass der Kompetenzverlust maßgeblich durch den Rückgang der erfahrungsbasierten Interaktion mit Produktionsanlagen verursacht ist, die für die Bewältigung von NRS eine zentrale Rolle spielt. Erfahrung, die durch sinnliche Wahrnehmung und direkte Konfrontation mit der Anlage gewonnen wird, trägt somit entscheidend zum Aufbau des notwendigen Wissens und zur Handlungsfähigkeit in NRS bei. Mit steigendem Automatisierungsgrad fehlt jedoch jüngeren Mitarbeitenden oft die Möglichkeit, diese für NRS relevanten Wissensbestände zu erwerben. Der Kompetenzverlust wirkt sich nicht nur individuell aus, sondern schafft auch generationenübergreifende Lücken, da insbesondere jüngere Fachkräfte durch die zunehmend digitale Arbeitspraxis kaum Gelegenheiten haben, ihr erfahrungsbasiertes Wissen zu entwickeln und zu festigen.

Der zweite Teil des Forschungsprojekts KONDITION ist Gegenstand der vorliegenden Publikation und setzt hier an, indem er untersucht, wie spezifische Trainingsmaßnahmen zur Auffrischung und damit zum Erhalt beruflicher Kompetenzen beitragen können. Im Mittelpunkt stehen die Entwicklung und Evaluierung von Refresher-Interventionen, die eine anhaltende Handlungssicherheit für Fachkräfte in den Berufen Chemikant/-in und Pharmakant/-in gewährleisten sollen.

Aus- und Weiterbildung wurden im ersten Projektteil als zentrale Präventionsmaßnahmen identifiziert. Hier zeigte sich die Bedeutung gezielter Methoden zur Erfahrungssicherung und zur Förderung spezifischer Haltungen wie etwa Neugier und Engagement, die ebenfalls wesentlich zum Kompetenzerhalt beitragen. Der Einsatz von digitalen Lehrmethoden und kleinen, arbeitsplatznahen Einheiten wurde als besonders geeignet bewertet, um Ausbildungs- und Berufswirklichkeit trotz Digitalisierung in Einklang zu bringen. Die Ergebnisse legten nahe, dass eine kontinuierliche Auffrischung des Erfahrungswissens notwendig ist, um den beschriebenen Verlust zu mindern und Handlungssicherheit zu bewahren.

Entsprechend lauteten die Forschungsfragen für den zweiten Teil des Projekts:

2. Welche Maßnahmen eignen sich zur Verhinderung des automatisierungsbedingten Kompetenzverlustes bei den als problematisch identifizierten Arbeitsaufgaben?
 - 2.1 Welche Auffrischungsinterventionen werden in anderen Berufen bereits (erfolgreich) eingesetzt?
 - 2.2 Welche dieser Interventionen eignet sich methodisch und arbeitsorganisatorisch auch für die untersuchten Produktionsberufe?
 - 2.3 Wie ist die Akzeptanz der Interventionen?
 - 2.4 Wie gut lassen sie sich in den Arbeitsalltag integrieren?
 - 2.5 Wie wirksam sind diese Interventionen?
 - 2.6 Wie kostenintensiv sind diese Interventionen?

Dieser Teil des Projekts widmete sich der Entwicklung praxisnaher Methoden, die an die spezifischen Arbeitsbedingungen der chemischen und pharmazeutischen Produktion adaptiert sind und sich nahtlos in den Arbeitsalltag integrieren lassen. Ziel war es, Trainings zu gestalten, die bei den Beschäftigten auf Akzeptanz stoßen und sich mit den Anforderungen der Schichtarbeit vereinbaren lassen.

Zur Adressierung der Forschungsfragen 2.1 und 2.2 wurde im ersten Schritt des Teilprojekts eine Dokumentenanalyse als Überblick über bestehende Auffrischungsinterventionen in Hochrisikobereichen erstellt. Ausgehend von den Ergebnissen der Dokumentenanalyse wurden zur Beantwortung der Forschungsfragen 2.3 bis 2.6 zwei Auffrischungsinterventionen gemeinsam mit Unternehmen aus der chemischen und pharmazeutischen Industrie evaluiert. Die erste Intervention fokussierte technische Kompetenzen und wurde mittels einer Virtual-Reality (VR)-Simulation durchgeführt. Eine VR-Simulation ist der strukturierte Einsatz computergenerierter, immersiver Umgebungen, in denen Nutzer/-innen realitätsnahe Szenarien interaktiv erleben, um Erfahrungen zu sammeln, Handlungen zu erproben oder Lernprozesse zu unterstützen. Die zweite Intervention wurde entwickelt, um nicht technische Team-Resource-Management-Kompetenzen aufzufrischen. Die Ergebnisse der durchgeführten Projektschritte zeigen, dass erstens nach wie vor ein Bedarf an einer Implementation von Auffrischungsinterventionen besteht, die überfachliche Kompetenzen und Einstellungen zum Thema Sicherheit behandeln, und zweitens, dass sich die überprüften Interventionen für die Auffrischung eignen können. Das Vorgehen in den Projektphasen sowie die dazugehörigen Ergebnisse und Interpretationen sind im Folgenden ausführlich beschrieben.

2 Dokumentenanalyse

Ziel der erfolgten Dokumentenanalyse bestand in einer systematischen Darstellung von in der Praxis implementierten Auffrischungsinterventionen in der chemischen und pharmazeutischen Industrie. Die Dokumentenanalyse dient als Grundlage für die Entwicklung eines Refresher-Trainings im Projekt KONDITION des Bundesinstituts für Berufsbildung und des Lehrstuhls für Arbeits-, Organisations-, und Wirtschaftspsychologie an der Ruhr-Universität Bochum. Auffrischungsinterventionen sind Interventionen zur Aktivierung von Kompetenzen, die zum adäquaten Handeln in NRS notwendig sind (vgl. KLOSTERMANN u. a. 2022). NRS beschreiben Ereignisse im Arbeitsumfeld, beispielsweise Systemfehler, die selten auftreten und den Abruf von Wissen sowie die Anwendung von Kompetenzen unter Zeitdruck verlangen.

2.1 Methodisches Vorgehen

Die Informationsammlung zur Durchführung der Dokumentenanalyse erfolgte in fünf Schritten. Der erste und größte Teil der Recherche bestand in der gezielten Internetsuche nach Anbietern von Auffrischungsinterventionen sowie weiterführender Internetrecherche mit den englischen und deutschen Stichworten „chemical refresher intervention“, „refresher intervention chemistry“, „refresher intervention chemical industry“, „refresher intervention pharma“, „refresher intervention pharmacy“, „refresher intervention pharmaceutical industry“, „refresher intervention in production“, „refresher training“, „Auffrischungstraining Chemie“, „Auffrischungstraining Pharma“, „Auffrischungsintervention Chemie“, „Auffrischungsintervention Pharma“ und „Auffrischungstraining“. Im zweiten Schritt wurde nach Auffrischungsinterventionen auf den Webseiten von Chemie- und Pharmaverbänden gesucht. Hierzu gehörten die Gesellschaft Deutscher Chemiker, der Verband der Chemischen Industrie e. V., der Verband forschender Arzneimittelhersteller und die Institution of Chemical Engineers. Um eine umfassende Analyse zu gewährleisten, wurden im dritten Schritt Auffrischungsinterventionen aus vergleichbaren Hochrisikobranchen in die Suchergebnisse miteinbezogen (z. B. Luftfahrtindustrie). Da eine erste Sichtung der Ergebnisse zu der Erkenntnis führte, dass die meisten Auffrischungsinterventionen in den Internetquellen sehr kurze Beschreibungen aufwiesen, wurden im vierten Schritt Anbieter/-innen der Interventionen via E-Mail kontaktiert mit der Bitte, umfassendere Informationen zum Vorgehen bereitzustellen. Zudem wurde gezielt nach Praxiszeitschriften im Personalbereich aus der chemischen und pharmazeutischen Industrie gesucht, die Informationen zu Auffrischungsinterventionen aufweisen könnten. Neben den dokumentierten Rechercheergebnissen konnten zwei informelle Interviews aus den Bereichen der pharmazeutischen Industrie und der technischen und naturwissenschaftlichen Bildung in die Analyse einbezogen werden. In beiden Fällen baten die Interviewpartner/-innen um Anonymität der Unternehmen.

Zur systematischen Analyse der Rechercheergebnisse wurden neun Analysekategorien entwickelt:

- 1) Entwickler/-innen der Intervention: Wer hat die Trainingspläne entwickelt (z. B. Personalabteilung, Arbeitssicherheit, Führungskräfte)?
- 2) Zielgruppe: An wen richtet sich das Auffrischungstraining?
- 3) Trainingsziel: Was ist das übergeordnete Trainingsziel und aus welchen Gründen wird die Auffrischungsintervention angewandt?

- 4) Lernziele: Was sollen Teilnehmer/-innen (TN) nach dem Auffrischungstraining gelernt haben (z. B. welches Wissen, welche Fertigkeiten, welche Kenntnisse)?
- 5) Methode: Welche Methoden werden genutzt? Einordnung der Ergebnisse in
 - a. On-the-job (im direkten Arbeitsumfeld), Near-the-job (abseits des Arbeitsplatzes mit direkten Bezügen zum eigenen Arbeitsumfeld), Off-the-job (abseits des eigenen Arbeitsumfeldes),
 - b. informationsbasiert, demonstrationsbasiert, praxisbasiert,
 - c. Einzeltraining, Gruppentraining,
 - d. verwendetes Material (z. B. VR-Training, Simulation, schriftliches Material).
- 6) Dauer: Wie lange dauerte die Intervention?
- 7) Intervall: In welchem Intervall wird die Auffrischung angeboten/empfohlen?
- 8) Trainingsbasis: Auf welcher Basis werden Auffrischungstrainings aufgebaut? Welche (Unfall-)Berichte werden miteinbezogen (öffentliche/interne)?
- 9) Evaluation: Wie wird das Auffrischungstraining evaluiert?

2.2 Ergebnisse

Insgesamt konnten 30 Interventionen von insgesamt 19 Anbietern in die Dokumentenanalyse einbezogen werden. Die Analyseergebnisse sind im Folgenden aufgeteilt nach Branchen dargestellt.

2.2.1 Chemische Industrie

Aus dem Bereich der chemischen Industrie wurden sieben Interventionen von fünf Anbietern in die Analyse einbezogen (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Analytierte Auffrischungstrainings in der chemischen Industrie

Anbieter	Refresher Intervention
IChemE (2022a)	Human Factors in Health and Safety
IChemE (2022b)	Managing Human Factors
TÜV Süd Akademie (2022)	Industry Systems – Refresher Functional Safety
AIChE Academy (2022a)	DIPPR Project ESP – Environmental and Safety Properties
AIChE Academy (2022b)	HAZOP Studies and Other PHA Techniques for Process Safety and Risk Management
MIT Schmidt (2022)	GMP-Refresher 002-GMP-R
VCI (2021)	Training im Gefahrguttransport

Zu den Entwicklern bzw. Entwicklerinnen der einzelnen Interventionen sowie zu Evaluationsparametern standen keine Informationen zur Verfügung. Die Zielgruppen der verschiedenen Trainings umfassten Chemikanten bzw. Chemikantinnen, Manager/-innen und Berater/-innen aus dem Bereich Health, Safety and Environment (HSE), Betriebsleiter/-innen, Sicherheitsingenieure und -ingenieurinnen, Chemie- und Verfahreningenieure und -ingenieurinnen, Meister/-innen, Techniker/-innen und Ingenieure bzw. Ingenieurinnen im Bereich der funktionalen Sicherheit sowie Mitarbeiter/-innen, die in die Entsorgung oder den Transport von Ge-

fahrenden Stoffen involviert sind. Lediglich in drei der sieben Fälle standen nähere Informationen zu den restlichen Analysekatégorien zur Verfügung (ICHEME 2022b; MTI SCHMIDT 2022; TÜV SÜD AKADEMIE 2022). Trainingsziele umfassten in diesen Fällen die Auffrischung von Kompetenzen hinsichtlich Normen, Verhalten und Sicherheit und die Erneuerung des Zertifikates der rechtlichen Vorschriften in der chemischen und pharmazeutischen Industrie. Untergeordnete Lernziele waren die Besprechung von Änderungen der DIN-Normen anhand von Praxisbeispielen, der Austausch über funktionale Sicherheit und die Auffrischung von Regelwerken und Leitfäden für Unfälle und gefährliche Situationen. Einen Sonderfall stellte das Training Managing Human Factors (ICHEME 2022b) dar. Dieses Training gliederte sich in vier unabhängige Module. Lernziele umfassten das Verständnis, was menschliche Faktoren sind und wie sie sich auf die menschliche Leistung, Gesundheit und Sicherheit auswirken und wie menschliche Faktoren innerhalb einer Organisation gehandhabt werden müssen, sowie Kenntnisse über spezifische Themenbereiche im Zusammenhang mit schweren Unfällen und über die Verringerung der damit verbundenen Risiken. Alle Trainings waren als Near-the-job-Gruppentrainings ausgelegt. Im GMP-Refresher 002-GMP-R (MTI SCHMIDT 2022) wurde eine Höchstteilnehmerzahl von 25 Personen festgelegt. Beide Sicherheitsinterventionen waren jeweils für einen eintägigen Umfang konzipiert, während bei dem Human Factors Training für jedes der vier Module drei Stunden eingeplant wurden. Lediglich bei dem Training von MTI SCHMIDT (2022) wurde das Auffrischungsintervall auf zwölf Monate festgesetzt. Grundlagen für die Trainings bildeten gesetzliche Regelungen, Bedarfsanalysen und Praxisbeispiele.

2.2.2 Pharmazeutische Industrie

Für die pharmazeutische Industrie lagen vier Trainings von vier verschiedenen Anbietern vor. Die Trainingsangebote von THE BROOKS GROUP (2022) konnten nicht in die Analysekatégorien eingeordnet werden, da jeweils individuelle Interventionen für Organisationen im pharmazeutischen Bereich entwickelt wurden und somit keine allgemeinen Zielstellungen oder zeitliche Rahmungen festgesetzt waren.

Das Training „GMP Training Course“ von SINFONY (2022), entwickelt für Angestellte in der Pharmabranche, hatte die Auffrischung von Sicherheitsverhalten und Gesetzen in der Pharmabranche zum Ziel; untergeordnetes Ziel war, sicheren Umgang mit Themen im Rahmen der Gesetzgebung zu erlangen. Es handelte sich um ein informationsbasiertes Near-the-job-Training, das durch die Rezeption von Videos in der Gruppe und individuell absolviert werden konnte. Das jährlich stattfindende Training dauerte insgesamt vier Stunden und basierte auf aktuellen gesetzlichen Vorschriften.

Für Angestellte in der Pharmabranche wurde auch das „Pharmacovigilance-Training“ von CSO PHARMA CONSULTING GMBH (2022) entwickelt. Es diente der Vergegenwärtigung von Standards der Pharmacovigilance und einem sicheren Umgang damit. Als Lernmaterialien wurden Sicherheitsberichte und Managementpläne verwendet und die Methode bestand in einer On-the-job-Lerneinheit. Zu Dauer und Regelmäßigkeit der Intervention wurden keine Informationen bereitgestellt.

Neben der Onlinerecherche hat ein informelles Interview (ohne Namen, persönliche Kommunikation, 2021) weitere Erkenntnisse zu Auffrischungstrainings in der pharmazeutischen Industrie ergeben. In dem interviewten Unternehmen wurden Berufsanfänger/-innen grundsätzlich in einem halbjährigen „Buddy“-Programm trainiert. Trainingsinhalte bezogen sich auf Funktionsprinzipien für Bediener/-innen und Pharmakanten/Pharmakantinnen. Die Trainings fanden in Präsenz unter Verwendung von VR statt und behandelten sowohl Theorie als auch Praxis. Während Lernziele für das allgemeine Training aus der Behebung verschiedener

„Standardfehler“ bestanden, wurde ein Auffrischungsmodul lediglich für die Säuberung von Maschinen angeboten.

2.2.3 Luft- und Seefahrtindustrie

Die ausführlichsten Erkenntnisse der vorliegenden Dokumentenanalyse konnten aus Auffrischungsinterventionen in der Luft- und Seefahrtindustrie gewonnen werden. Hier lagen insgesamt zehn Interventionen von sieben Anbietern zur Analyse vor. Die Übersicht über die Interventionen sowie die Ergebnisse der einzelnen Analysekatégorien sind in Tabelle 2 dargestellt. Die Analysekatégorien sind in der Reihenfolge aufgeführt, die im methodischen Vorgehen beschrieben wurde. Zu der ersten Katégorie (Entwickler/-innen der Intervention) konnten keine Informationen extrahiert werden, weswegen sie in Tabelle 2 ausgelassen wurde.

Tabelle 2 (Teil 1): Anwendung der Analysekategorien auf Auffrischungsinterventionen in der Luft- und Seefahrt

Anbieter	Training	1. Branche	2. Zielgruppe	3. Übergeordnetes Trainingsziel
CAREER.AERO (2022)	Competence Refresher	Luftfahrt	Piloten/Pilotinnen nach längerer Flugpause	Auffrischung von Basiskompetenzen
RWL GERMAN FLIGHT ACADEMY (2022)	Refresher Training	Luftfahrt	Piloten/Pilotinnen	Individuelle Anpassung an die Schwächen der Piloten/ Pilotinnen
FIELD u. a. (2015)	Startle Effect Management	Luftfahrt	Piloten/Pilotinnen	Umgang mit Aufschreckens- und Überraschungseffekten
EASA (2015)	Evidence-Based recurrent Training and checking	Luftfahrt	Piloten/Pilotinnen	Entwicklung und Bewertung der Gesamtfähigkeiten basierend auf einer Reihe von nicht näher benannten Kernkompetenzen, Licence Proficiency Check, Operator Proficiency Check
FIELD u. a. (2015)	Crew Management Course	Luftfahrt	Piloten/Pilotinnen	Sicherheit
EHEST (2015a)	Helicopter Flight Simulation Training Devices (Überbegriff für eine Reihe von Trainingskonzeptionen und Methoden)	Luftfahrt	Helikopterpiloten/Helikopterpilotinnen	Umgang mit seltenen, schwierigen und gefährlichen Situationen
EHEST (2015b)	Methoden und Trainings: Manoeuvr based Training	Luftfahrt	Helikopterpiloten/Helikopterpilotinnen	Handhabung und sicherer Umgang mit Nicht-Routine-Situationen
AMC SEARCH (2022)	Certificate of Competency continued Competence Refresher	Seefahrt	Master Decks, Ingenieuroffiziere/Ingenieuroffizierinnen	Auffrischung von Basiskompetenzen
OFFTEC (2022)	Global Wind Organisation (GWO) Basic Safety Training Refresher	Seefahrt	Personen, die in Konstruktion, Betrieb, Wartung und Instandhaltung von Offshore-Windenergieanlagen arbeiten	Neuzertifizierung für Offshore-Trainingsmodule nach GWO
DEUTSCHE WINDGUARD (2022)	Safety Trainings (Refresher)	Seefahrt	In die Schifffahrt involvierte Personen	Auffrischung des GWO-Zertifikats

Tabelle 2 (Teil 2): Anwendung der Analysekatoren auf Auffrischungsinterventionen in der Luft- und Seefahrt

Anbieter	Training	4. Lernziele	5. Methoden	6. Dauer	7. Auffrischungsintervall	8. Basis	9. Evaluation
CAREER.AERO (2022)	Competence Refresher	Auffrischung von Entscheidungsfindung, Workload Management, Führungs- und Teamkompetenzen, Situationsbewusstsein, Airplane Handling Manual/Automatic	Near-the-job, informationsbasiert und demonstrationsbasiert, Verwendung von Simulationen (Flight Simulation Training Devices & Full Flight Simulator)	2 Stunden pro Trainingseinheit (je Trainingseinheit pro Lernziel)	Keine Angabe	Keine Angabe	Keine Angabe
RWL GERMAN FLIGHT ACADEMY (2022)	Refresher Training	Lernziele werden nach individuellem Bedarf bestimmt	Near-the-job, praxisbasiert, Flugsimulation	Keine Angabe	Keine Angabe	Keine Angabe	Keine Angabe
FIELD u. a. (2015)	Startle Effect Management	Stärkung der International-Civil-Aviation-Organization-Kompetenzen: Anwendung von Prozeduren, Kommunikation, Rückgriff auf Automatisierung und manuelle Kontrolle, Führung und Teamarbeit, Problemlöse- und Entscheidungskompetenzen, Situations- und Problembewusstsein, Auslastungsmanagement	Near-the-job	1,5 Stunden Klassenraumtraining und 1,5 Stunden Flugsimulation	Keine Angabe	Luftfahrtberichte	Leistungsüberprüfung durch Trainingseffektivität, Eye-Tracking, Herzfrequenz, keine Angabe zur Interventionsevaluation

Anbieter	Training	4. Lernziele	5. Methoden	6. Dauer	7. Auffrischungsintervall	8. Basis	9. Evaluation
EASA (2015)	Evidence-Based recurrent Training and checking	Auswahl zwischen diversen Kompetenz- und Leistungsüberprüfungsszenarien, Zielen richten sich je nach Szenario	Near-the-job, Flight Simulation Training Devices	Keine Angabe	Alle sechs Monate (Operator Proficiency Check und Licence Proficiency Check finden alternierend jährlich statt)	Operative Daten	Leistungsüberprüfung im simulierten Echtzeitszenario (Line Oriented Evaluation), keine Angabe zur Interventionsevaluation
FIELD u. a. (2015)	Crew Management Course	Umgang mit: Automatisierungsabhängigkeit, Stressmanagement, Ermüdung und Wachsamkeit, Kommunikation, Informationsbeschaffung und -verarbeitung, Situationseinschätzung, Management der Arbeitsbelastung, Sicherheitskultur, Entscheidungsfindung	Keine Angabe	Keine Angabe	Halbjährlich	Keine Angabe	Keine Angabe
EHEST (2015a)	Helicopter Flight Simulation Training Devices	Richtiges Verhalten bei Flugbereitschaft und Flugplanung, neuen Flugmanövern und in Notfallsituationen	Flight Navigation Procedure Trainer, Flight Training Device, Full Flight Simulator), Other Training Devices (z. B. Computer Based Trainer)	Keine Angabe	Keine Angabe	Anforderungen der Prüfungszeugnisse: Flight Examiner, Type Rating Examiner, Instrument Rating Examiner, Flight Instructor Examiner, Senior Examiner	Eine Evaluation wird nahegelegt, jedoch werden keine Evaluationsparameter definiert.

Anbieter	Training	4. Lernziele	5. Methoden	6. Dauer	7. Auffrischungsintervall	8. Basis	9. Evaluation
EHEST (2015b)	Methoden und Trainings: Manoeuvr based Training	Theoretisches Wissen, das für einen sicheren und effektiven Flug erforderlich ist, Aeronautical Decision Making, Umgang mit Gefahren und Bedrohungen, Risikomanagement, Situationsbewusstsein, Crew Resource Management, Umgang mit Überraschungseffekten	Near-the-job, manöverbasiertes Training, szenariobasiertes Training,	keine Angabe	Keine Angabe	Unterlagen zu Helikoptersystemen, Pilot's Operationg Handbook, Flugmanual, Aircraft Emergency or Abnormal Checklist, Unfallberichte, Operational Evaluation Board, Operational Safety Data, EASA Airworthiness Directives/Manufacturer's Safety Information Notices, Approved Training Organisation, Trainingsmanual	Keine Angabe
AMC SEARCH (2022)	Competence Refresher	Angemessenes Sicherheitsverhalten an Deck	Near-the-job, informations- und praxisbasiert	5 Stunden	Keine Angabe	Keine Angabe	Keine Angabe

Anbieter	Training	4. Lernziele	5. Methoden	6. Dauer	7. Auffrischungsintervall	8. Basis	9. Evaluation
OFFTEC (2022)	GW0 Basic Safety Training Refresher	Grundkenntnisse und Fähigkeiten in Hörsicherheit und -rettung, persönlicher Sicherheit, Erste Hilfe, Brandschutz und -bekämpfung sowie Überleben auf See unter besonders realistischen Bedingungen	Near-the-job, informations- und praxisbasiert	GW0 First Aid – Refresher (8 Stunden), GW0 Working at Heights & Manual Handling Refresher (8 Stunden), GW0 Fire Awareness Refresher (4 Stunden), GW0 Sea Survival Refresher (8 Stunden)	Jährlich	Keine Angabe	Keine Angabe
DEUTSCHE WINDGUARD (2022)	Safety Trainings Refresher	Arbeiten in großen Höhen, Erste Hilfe, Brandverhalten, manuelle Bedienung, Überleben auf See, Hubschrauber-Unterwasser-Flucht	Near-the-job, informations- und praxisbasiert	5 Tage	GW0 Refresher Zertifikate (24 Monate), Erste Hilfe Fortbildung (24 Monate), PSA-gA Refresher gem. DGUV (12 Monate), HUET nach OPITO Standard (48 Monate)	Keine Angabe	Keine Angabe

In der Luft- und Seefahrtindustrie existieren multiple Zertifikate wie Licence Proficiency Check und Operator Proficiency Check, die gesetzlich regelmäßig erneuert werden müssen (vgl. Ross 2017). Dies führt zu einem höheren Angebot an Auffrischungsinterventionen durch externe Anbieter, aber auch durch die Flug- und Seefahrtgesellschaften an sich. Das Ziel der Interventionen lässt sich als Umgang mit Notfällen, Gefahren und anderweitigen NRS zusammenfassen. Im Mittelpunkt stehen in der Regel das Einhalten von Sicherheitsregeln sowie das Leisten Erster Hilfe. Neben der Befolgung von Regularien werden mehrere humanzentrierte Kompetenzen gefördert. Hierzu gehören primär der Aufbau von Situationsbewusstsein, Erhöhung der Entscheidungsfindung, Umgang mit hoher Arbeitsbelastung und die Interaktion im Team sowie angemessene Führung. In neun von zehn analysierten Dokumenten wurden Simulationen als Trainingsmethode benannt. Simulationen wie Flight Simulation Training Devices in der Luftfahrt haben den Vorteil, dass sie eine NRS sehr realitätsnah abbilden können, weniger kostenintensiv sind als On-the-job-Interventionen und den TN ermöglichen, ihre Kompetenzen in einem sicheren Bereich ohne folgenschwere Konsequenzen zu erproben (vgl. EASA 2015). Zur Dauer der einzelnen Trainings und zu den Intervallen, in denen die Interventionen aufgefrischt werden, lagen nur vereinzelte Informationen vor. Im Durchschnitt dauerte eine Trainingseinheit zu einem spezifischen Themenbereich einen Tag. Durch die Vorgabe, dass Zertifikate wie GWO, Licence Proficiency Check und Operator Proficiency Check jährlich erneuert werden müssen, nahm die TN in der Regel alle sechs Monate an einer Auffrischungsintervention teil. Die Grundlagenliteratur für einzelne Interventionen umfasste operative Daten, Unfallberichte, Flug- und Trainingsmanuale, Flugberichte sowie diverse Handbücher. Dies zeugt von einer hohen Standardisierung der Trainingsinterventionen, die sich im Trainingsmanual der EASA (2015) widerspiegelt. Es gab in den analysierten Dokumenten keine Angaben zu Trainingsevaluationen.

2.2.4 Weitere Branchen

Neben Trainings aus den Branchen Chemie, Pharmazie und Luft- und Seefahrt konnten sieben Auffrischungsinterventionen aus dem Bereich Öl, Gas, maritime Industrie und Windindustrie in die Analyse miteinbezogen werden. Alle sieben Interventionen wurden vom Unternehmen Maersk Training A/S bereitgestellt (siehe Tabelle 3).

Tabelle 3: Auffrischungsinterventionen von Maersk Training A/S

Anbieter	Auffrischungsintervention
MAERSK TRAINING (2022a)	GWO Advanced Rescue Training Refresher
MAERSK TRAINING (2022b)	GWO Fire Awareness Refresher
MAERSK TRAINING (2022c)	GWO Manual Handling Refresher
MAERSK TRAINING (2022d)	GWO Offshore Basic Safety Training Refresher
MAERSK TRAINING (2022e)	GWO Sea Survival Refresher
MAERSK TRAINING (2022f)	GWO Working at Heights and Manual Handling Combined Refresher
MAERSK TRAINING (2022g)	OIM Legislation Refresher

Maersk Training ist ein internationales Unternehmen mit Hauptsitz in Dänemark (vgl. MAERSK TRAINING 2022h), das sich auf die Verwendung realitätsnaher Szenarien zur Handhabung von herausfordernden Situationen spezialisiert hat. Entsprechend wurde bei allen Interventionen Personal in der globalen Windindustrie als Zielgruppe angegeben. Eine spezifischere Zielgruppenbestimmung wird bei der Inanspruchnahme der Interventionen mit den Kundinnen und Kunden vereinbart. Übergeordnete Ziele der Interventionen waren das Verhalten bei Feuer, Problemlösestrategien und Umgang mit Turbinen, sicheres Arbeiten in großen Höhen und das Leisten von Erster Hilfe. Untergeordnete Lernziele lassen sich in kognitive Lernziele und verhaltensbasierte Lernziele kategorisieren, wobei sich die einzelnen verhaltensbasierten Lernziele nicht den kognitiven Lernzielen zuordnen lassen. Dadurch sind die einzelnen Zielbereiche, deren Lernziele im Folgenden aufgelistet sind, getrennt zu behandeln.

Kognitive Lernziele (Wissen über ...) der Auffrischungsinterventionen von Maersk Training A/S:

- ▶ Entstehung und Ausbreitung von Bränden
- ▶ Erkennen von Bränden in Windkraftanlagen und damit verbundenen Gefahren
- ▶ Erkennen von Anzeichen eines Brandes in einer Windturbinenumgebung, einschließlich Rauchdetektion und Notfall-Fluchtverfahren
- ▶ Richtige Maßnahmen und Bedienung von sowie Brandbekämpfung mithilfe von Brandbekämpfungsausrüstung
- ▶ Anzeichen und Symptome von Verletzungen, die auf eine schlechte manuelle Handhabung zurückzuführen sind, sowie Wissen über Meldeverfahren
- ▶ Vorteile und Grenzen der verschiedenen Rettungsmittel, persönlichen Schutzausrüstungen und persönlichen Absturzsicherungen, die in der Windenergiebranche üblicherweise auf See verwendet werden
- ▶ Notfall- und Sicherheitsverfahren auf Anlagen, Schiffen und Windenergieanlagen
- ▶ Gefahren und Risiken, die mit Arbeiten in der Höhe verbunden sind, speziell bei Windkraftanlagen.
- ▶ Aktuelle, nationale Gesetzgebung bezüglich der Arbeit in der Höhe
- ▶ Persönliche Schutzausrüstung einschließlich der Kennzeichnung mit europäischen/globalen Standardkennzeichnungen, z. B. Auffanggurt, Helm, Verbindungsmittel
- ▶ Inspektion, Wartung, Lagerung und Anlegen der entsprechenden persönlichen Schutzausrüstung, z. B. Auffanggurte, Verbindungsmittel, Höhensicherungsgeräte und Arbeitspositionierungsgeräte
- ▶ Rettungssituationen in Windkraftanlagen und effizienter Einsatz von Rettungsgeräten
- ▶ Bedeutung der sicheren und korrekten Ausführung von Aufgaben der manuellen Handhabung in Übereinstimmung mit den gesetzlichen Anforderungen des jeweiligen Standortes
- ▶ Gesetze über Gesundheit und Sicherheit am Arbeitsplatz und die rechtliche Situation auf See

Verhaltensbasierte Lernziele (Demonstration von ...) der Auffrischungsinterventionen von Maersk Training A/S:

- ▶ Techniken zur Risikominderung bei der manuellen Handhabung in Windkraftanlagen
- ▶ Verständnis für sichere Praktiken bei der manuellen Handhabung, einschließlich korrekter Handhabung der Ausrüstung
- ▶ Bewusstsein für Aspekte von eigenen Arbeitsaufgaben, die das Risiko von Muskel- und Skelettverletzungen erhöhen können
- ▶ Kenntnissen über die Gefahren und Symptome von Unterkühlung und Ertrinken
- ▶ Sicherer Transfer vom Schiff zum Dock, vom Schiff zum Fundament und von Schiff zu Schiff
- ▶ Bergung und Erste-Hilfe-Behandlung eines „Mannes über Bord“
- ▶ Evakuierung einer nachgebildeten Windturbine im Wasser mithilfe eines Rettungsgeräts
- ▶ Individuelle und kollektive Überlebenstechniken auf See
- ▶ Geeignete Identifizierung von Anschlagpunkten für Auffangsysteme und sicheres Verhalten beim Arbeiten auf oder mit Leitern
- ▶ Sichere Evakuierung und Verwendung von Evakuierungsgeräten
- ▶ Problemlösungsansätze für die manuelle Handhabung in einer Windturbinenumgebung
- ▶ Techniken zur Risikominderung bei der manuellen Handhabung

Alle Interventionen waren als Off-the-Job-Trainings mit der Möglichkeit der Partizipation in Präsenz oder im Blended-Learning-Format ausgelegt. Neben informationsbasierten Interventionen umfassten die Trainings praxisbasierte Elemente, allerdings ausschließlich im Klassenzimmerformat. Alle Auffrischungstrainings mit Ausnahme des GWO Advanced Rescue Training Refresher (MAERSK TRAINING 2022a) waren für jeweils einen Tag konzipiert. Dieses Training belief sich auf drei Tage.

Neben den Angeboten von Maersk Training konnte ein VR-basiertes Training der HALLEDALE GROUP (2022) für den Bereich des Bauwesens gefunden werden. Dieses richtet sich an Personal, welches mit Hubarbeitsbühnen arbeitet. Laut den Anbietern bietet die Near-the-Job-Intervention eine 97-prozentige Vorhersage für Verhalten und Kompetenzerhalt in diesem Bereich.

Weiterhin konnten aus einem zweiten informellen Interview (ohne Namen, persönliche Kommunikation, 2021) Informationen zu Auffrischungsinterventionen eines Anbieters aus der technischen und naturwissenschaftlichen Bildung gewonnen werden. Das Unternehmen nutzt VR- sowie Blended-Learning-Formate für Auffrischungstrainings und entwickelt spezifische Inhalte für erfahrene und unerfahrene Bediener/-innen.

2.3 Gesamtbetrachtung

Insgesamt waren die in die Analyse einbezogenen Trainings sehr divers. Übergeordnete Ziele umfassten in vielen Fällen den Aufbau von Sicherheits- und Gesundheitsverhalten und die Einhaltung von Regularien in NRS. Deutlich seltener wurden affektive Komponenten wie der Umgang mit persönlicher Belastung oder das Bewusstsein für richtigen Umgang mit Kollegen/Kolleginnen und Mitarbeitern/Mitarbeiterinnen adressiert. Im Bereich der Chemieindustrie gab es nur ein Training, das menschliche Faktoren fokussierte. Die differenzierteste Ausge-

staltung von Trainings- und Lernzielen boten die Interventionen aus der Luftfahrtindustrie. Besonders erwähnenswert ist hier die Beachtung der Kompetenzanforderungen an Pilotinnen/Piloten der Internationalen Zivilluftfahrtorganisation (International Civil Aviation Organization, kurz ICAO) in standardisierten Trainingsangeboten. Diese enthalten Kompetenzen zum Komplexitäts- und Selbstmanagement, die für Teams in Hochrisikoorganisationen bedeutend sind (vgl. HAGEMANN/KLUGE/RITZMANN 2011). Die Ausgestaltung der einzelnen Lernziele war in hohem Maße von dem Anwendungskontext abhängig, insbesondere von der Ausgestaltung der zu bedienenden Anlagen. In der Regel wurden Bediener/-innen der Anlagen als Zielgruppe benannt. Jedoch richteten sich die Interventionen auch an Betriebsleiter/-innen, Meister/-innen und Berater/-innen. Unterschiede in den Lernzielen für die einzelnen Zielgruppen konnten aufgrund fehlender vertiefender Informationen nicht evaluiert werden. In der Luftfahrtbranche adressierten alle Interventionen Piloten/Pilotinnen. Hingegen gab es keine Hinweise über Trainings für die restliche Flugbesatzung. Zu beachten ist der hohe Anteil an simulationsbasierten Near-the-Job-Auffrischungstrainings in den Ergebnissen der Dokumentenanalyse. Simulationsbasierte Interventionen bieten den Bedienern/Bedienerinnen die Möglichkeit der Kompetenzanwendung in gefährlichen Situationen ohne die Gefährdung von sich oder anderen (vgl. NORRIS/SPICER/BYRD 2019). Als Vorteile werden dabei hohe Interaktionsmöglichkeiten, geringere Kosten als bei On-the-Job-Interventionen, Wiederholungsmöglichkeiten und geringere räumliche Restriktionen benannt (vgl. LIN u. a. 2002). Zudem können Bediener/-innen unmittelbares Feedback auf ihre Handlungen ohne arbeitsbezogene Konsequenzen erfahren und somit verschiedene Lösungsstrategie erproben (vgl. NORRIS/SPICER/BYRD 2019). Ein hohes Angebot solcher Interventionen ist somit als positiv zu bewerten und kann für künftige Interventionen adaptiert werden. Die durchschnittliche Trainingsdauer über alle Interventionen hinweg betrug einen Tag. Auffrischungsintervalle wurden selten in den vorhandenen Unterlagen benannt und beliefen sich im Schnitt auf sechs bis zwölf Monate. Informationen zur Trainingsbasis konnten lediglich aus den Dokumenten aus der Luft- und Seefahrtindustrie gewonnen werden. Hierbei wurden insbesondere Unfall- und Flugberichte herangezogen. Auch wenn es bei den Trainings aus der chemischen und pharmazeutischen Industrie keine Angaben zur Trainingsbasis gab, liegen zumindest für die Chemieindustrie multiple Unfallberichte vor (vgl. UMWELTBUNDESAMT 2022), auf die bei der Entwicklung von Trainingsinterventionen zurückgegriffen werden kann. Zu Trainingsevaluationen und den Erstellern der Trainings wurden keinerlei Informationen bereitgestellt. Dabei wären diese besonders relevant für die Bewertung der Trainingseffektivität.

2.4 Limitationen

Insgesamt lagen nur zu sieben von neun Analysekategorien adäquate Informationen vor. Diese konzentrierten sich insbesondere auf die Zielgruppe sowie übergeordnete Trainings- und Lernziele. Besonders erschwert wurde die Informationensammlung durch die Preisgestaltung der Trainings. Eine Trainingseinheit kostete bei externen Anbietern ca. 800 Dollar (vgl. MAERSK TRAINING 2022a). Entsprechend waren die Unternehmen nicht bereit, spezifische Informationen zur Ausgestaltung ohne ein Entgelt bereitzustellen. In vielen Fällen lagen nur grundlegende Informationen, basierend auf den Webseiten der Anbieter, vor. Auffällig war die geringe Verfügbarkeit von Auffrischungsinterventionen in den Zielbereichen Chemie und Pharmazie. Dies kann dadurch bedingt sein, dass in der Luftfahrtbranche bereits länger Standards zum Kompetenzerhalt vorliegen (vgl. JIMENEZ u. a. 2015). Die Vergleichbarkeit der Interventionen war ebenfalls durch die Diversität der einbezogenen Branchen eingeschränkt. Von den anfäng-

lich 37 in die Analyse aufgenommenen Interventionen wurden sieben im späteren Verlauf exkludiert, weil sie als einmalig stattfindende Interventionen bewertet wurden. Es kann allerdings keine Aussage dazu getroffen werden, welche Trainings wiederholt in festen Intervallen von Organisationen eingekauft werden und somit die Anforderungen von Auffrischungsinterventionen erfüllen könnten. Hier wird, basierend auf den Ergebnissen, von einer Dunkelziffer ausgegangen.

2.5 Fazit

Trotz der beschriebenen Limitationen lässt die erstellte Dokumentenanalyse einige Schlussfolgerungen für die Ausgestaltung von Auffrischungsinterventionen in der chemischen und pharmazeutischen Industrie zu. Die ganzheitliche Trainingsausgestaltung aus dem Bereich Crew Resource Management kann unter Beachtung der ICAO-Kompetenzen für den Zielbereich adaptiert werden. Ähnlich zu Simulationen in den Bereichen Luft- und Seefahrtindustrie können virtuelle Anlagen in den Branchen Chemie und Pharmazie für Simulationen erstellt werden. Dies zeigt z. B. das Projekt CHARMING, in dessen Kontext bereits eine VR-Trainingssimulation zum Kompetenzaufbau in der Chemieindustrie entwickelt wurde (vgl. FRACARO u. a. 2021). Weiterhin sollte bei der Entwicklung von Trainings eine Zielgruppenanpassung erfolgen. Manche der analysierten Interventionen hatten mehrere Organisationsebenen zur Zielgruppe. Bei Grundlagentrainings zur Sicherheit und Leistung von Erster Hilfe kann ein solches Vorgehen adäquat sein, während bei anlagespezifischer ganzheitlicher Ausgestaltung von Trainings die unterschiedlichen Anforderungsprofile der involvierten Personen einbezogen werden müssen. Generell zeigte die Dokumentenanalyse, dass Auffrischungstrainings in den Zielbranchen bislang seltener angewandt werden als in vergleichbaren Hochrisikobranchen. Daher sind eine künftige Erforschung und praxisbasierte Implementierung solcher Interventionen unabdingbar.

3 Trainingsevaluation

Die Durchführung des Projekts seitens des Lehrstuhls für Arbeits-, Organisations- und Wirtschaftspsychologie Bochum umfasste die Planung, Umsetzung und Evaluation von Feldexperimenten zur Validitätsüberprüfung von Auffrischungsinterventionen im Arbeitskontext der industriellen Chemie und Pharmazie. Die Durchführung wurde in zwei Teile separiert, wobei das erste Experiment die Evaluation eines Auffrischungstrainings im Bereich der technischen Fertigkeiten zum Ziel hatte. Die Entwicklung des zweiten Trainings fokussierte nicht technische Kompetenzen, ausgehend von einem bestehenden Team-Ressource-Management-Training. Die Durchführung und Ergebnisse beider Studien werden im Folgenden aufgeführt und anschließend einzeln diskutiert. Am Ende findet die Gesamtwürdigung der Ergebnisse vor dem Hintergrund der gesetzten Ziele statt.

3.1 Technische Kompetenzen: Evaluation eines VR-Auffrischungstrainings bei Merck KGaA

Ziel der vorliegenden Studie war die Wirksamkeitsüberprüfung eines VR-Refresher-Trainings bei dem Unternehmen Merck KGaA. Im zweifaktoriellen Experimentaldesign wurden 1) als Intersubjektvariable die Teilnahme am Auffrischungstraining und 2) als Innersubjektvariable die Veränderung der Performanz und Bewertung des Trainings zwischen dem ersten und letzten Trainingstermin untersucht.

Hypothesen

- H1: Chemikanten/Chemikantinnen, die an einer Auffrischungsschulung teilgenommen haben, lösen eine Notfallsituation unter Zeitdruck schneller als Chemikanten/Chemikantinnen, die nicht an der Schulung teilgenommen haben.
- H2: Das Refresher-Training führt zu besserer und schnellerer Trainingsperformanz nach zwei Wochen.
- H3: Das Refresher-Training führt zu einem verbesserten Praxistransfer von Kompetenzen im Umgang mit seltenen und nicht alltäglichen Situationen.

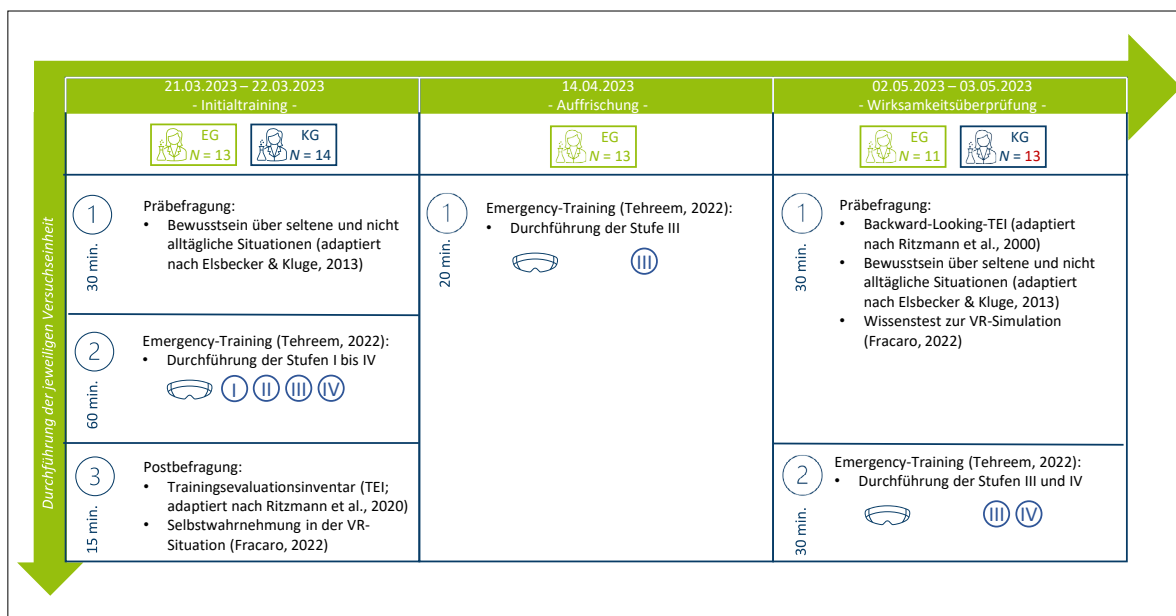
3.1.1 Stichprobe

Der Versuch wurde in Kooperation mit dem Chemie- und Pharmakonzern Merck KGaA durchgeführt (vgl. MERCK KGAA 2023). Die Stichprobe setzte sich zusammen aus $N = 27$ Auszubildenden mit dem Berufsziel Chemikant/-in im zweiten Lehrjahr der Standorte Darmstadt und Frankfurt am Main. Um festzustellen, inwiefern eine Auffrischung zu besserer Performanz von operationalen Kompetenzen führt, wurden die TN pseudorandomisiert in zwei Gruppen aufgeteilt. Die Experimentalgruppe (EG; $N = 13$) erhielt vier Wochen nach dem Initialtraining eine Auffrischungsintervention. Die Kontrollgruppe (KG; $N = 14$) hingegen nahm nicht an der Auffrischung teil. Im Gesamtverlauf der Untersuchung fielen drei TN der Kontrollgruppe aus. Entsprechend wurden in die Endauswertung Daten von $N = 24$ TN einbezogen ($N_{EG} = 11$; $N_{KG} = 13$).

3.1.2 Versuchsdurchführung

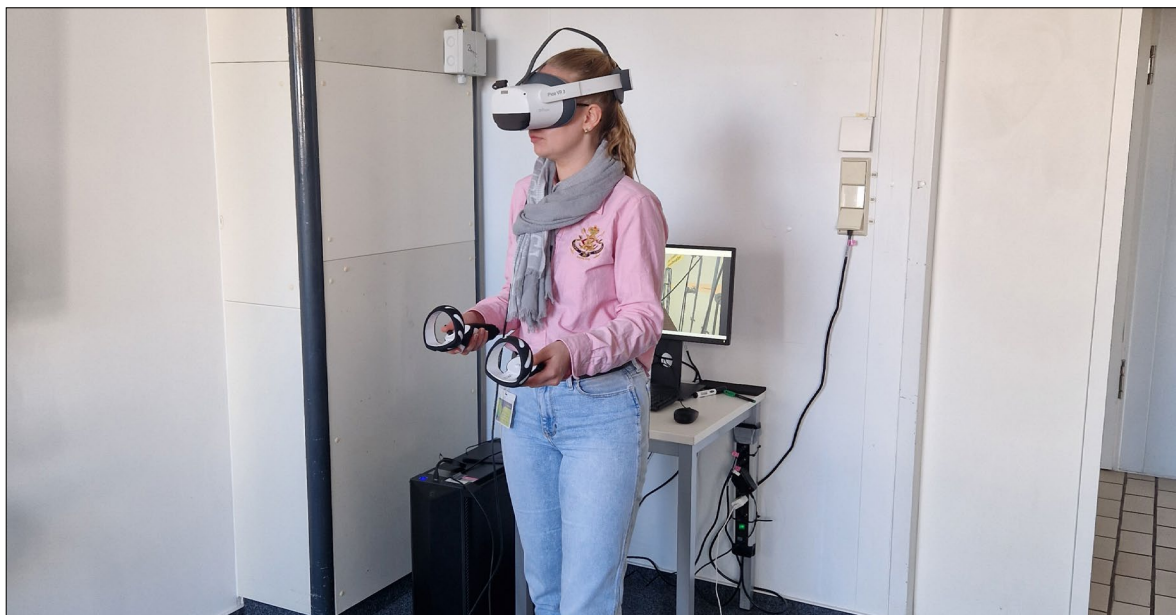
Die erste Kontaktaufnahme mit Ausbildungsvertretern/Ausbildungsvertreterinnen der Merck KGaA fand im Dezember 2022 statt. Die gemeinsame Planung des Trainings mit den Praxispartnern/Praxispartnerinnen umfasste das erste Quartal im Jahr 2023. Die dreistufige Experimentaldurchführung dauerte vom 21. März 2023 bis zum 3. Mai 2023 und ist in Abbildung 1 dargestellt. Alle Trainingseinheiten fanden in einer Simulation mit virtueller Realität statt und wurden mit den VR-Brillen Pico Neo 3 Link durchgeführt.

Abbildung 1: Übersicht über die Versuchsdurchführung – Evaluation eines technischen Auffrischungstrainings in der chemischen und pharmazeutischen Industrie



Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 2: Beispielsansicht einer Teilnehmerin während der Trainingsdurchführung



© Anna-Lena Emmi Gabriel, AOW Forschungsteam

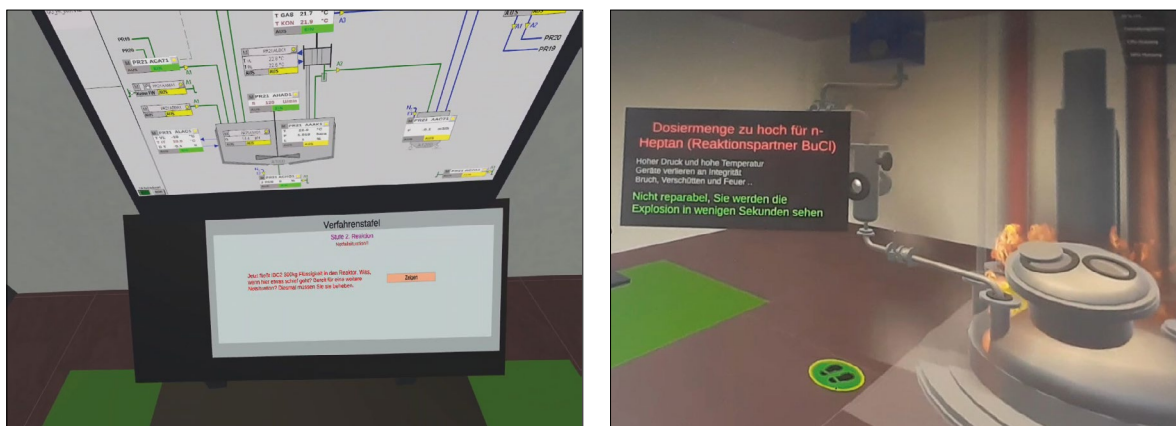
Vor dem ersten Training erhielten die TN eine 15-minütige Einführung in das Forschungsvorhaben und das Thema „Umgang mit seltenen und nicht alltäglichen Situationen“. Danach nahmen alle TN am Basistraining (Stufe I-IV) teil und beantworteten vor und nach dem Training mehrere Fragebögen. Am Auffrischungstermin am 21. April 2023 führten die TN der EG Stufe III der VR-Simulation durch. Der dritte Termin diente der Leistungserfassung im Training. Beide Gruppen (EG und KG) bearbeiteten mehrere Fragebögen und führten anschließend Stufen III und IV der VR-Simulation durch.

Zu jedem Versuchstermin standen insgesamt vier VR-Brillen zur Verfügung, wodurch jeweils vier TN zeitgleich im selben Raum am Versuch teilnahmen. Jede Versuchseinheit wurde von mindestens drei Personen, bestehend aus Ausbildern der Merck KGaA und Wissenschaftlerinnen der Ruhr-Universität Bochum, begleitet. Sie unterstützten die TN technisch bei der Durchführung des Trainings und achteten auf Sicherheit und Komfort im Umgang mit den VR-Brillen. Im Initialtraining unterstützten die Ausbilder zusätzlich inhaltlich bei der Durchführung des Trainings, um vergleichbaren Lernerfolg zwischen den TN sicherzustellen.

Zur Evaluation des Trainings wurden Performanz und Wahrnehmung der Gruppen EG und KG auf den abhängigen Variablen „1. Leistung im Training“, „2. Transfer in den Arbeitsalltag“ und „3. Bewertung des Trainings und der eigenen Kompetenzen“ miteinander verglichen.

Das eingesetzte „Operate your own Reactor“-Training wurde von TEHREEM u. a. (2022) in Kooperation mit dem Unternehmen Merck KGaA entwickelt. Ziel des Trainings ist die Ausbildung von prozeduralen Kompetenzen zur originalgetreuen Herstellung der metallorganischen Verbindung n-Butyllithium (BuLi). Die virtuelle Umgebung stellt drei Etagen einer nachgebauten chemischen Anlage am Standort Darmstadt der Merck KGaA dar. Das Training gliedert sich in vier aufeinander aufbauende Stufen. In jeder Stufe erhalten die TN Anweisungen auf dem in der Mitte des Raumes gelegenen Hauptbildschirm und führen sie aus, indem sie mit dem Prozessleitsystem und Instrumenten des chemischen Reaktors interagieren (für eine ausführliche Trainingsbeschreibung siehe TEHREEM 2022). In den Stufen I und II wird das Training engmaschig durch Anweisungen auf dem Hauptbildschirm begleitet (vgl. Abb. 3). Stufe III enthält zwei Notfallszenarien. Das erste Notfallszenario entsteht durch eine zu hohe Dosierung des Reaktanten BuCi und kann nicht verhindert werden, sodass die TN den Unfallhergang beobachten. Im zweiten Notfallszenario, das durch eine zu hohe Temperatur (40°) des befüllten Produktionscontainers entsteht, haben die TN zwei Minuten Zeit, um eine Explosion zu verhindern. In Stufe IV wird die Herstellung von BuLi weiter fortgeführt, jedoch ohne erweiterte Hilfestellungen vom Hauptbildschirm. Hier haben die TN stattdessen die Möglichkeit, Hinweise in Anspruch zu nehmen. Zur Auffrischung des Umgangs mit seltenen und nicht alltäglichen Situationen wurde Stufe III des Simulationstrainings eingesetzt, um den Umgang mit Notfallsituationen zu schulen.

Abbildung 3: Hauptbildschirm und Prozessleitsystem aus Sicht der TN (links); Produktionscontainer kurz vor der Explosion im Notfallszenario 1 aus Sicht der TN (rechts)



© Merck KGaA

3.1.3 Erhobene Variablen

Unabhängige Variablen: Auffrischungstraining und Messzeitpunkt

Die erste unabhängige Variable war die Durchführung bzw. Nicht-Durchführung des Auffrischungstrainings am 14. April 2023, an dem lediglich die Experimentalgruppe teilnahm. Die zweite unabhängige Variable war die Veränderung zwischen den beiden Messzeitpunkten „Initialtraining“ und „Wirksamkeitsüberprüfung“ auf den in Tabelle 4 dargestellten Variablen.

Tabelle 4: Übersicht über prä-post erhobene abhängige Variablen

Leistungsvariablen	Transfervariablen	Bewertungsvariablen
F und Sternebewertung in Stufe III	Bewusstsein über seltene und nicht alltägliche Situationen	PROTECT
F und Sternebewertung in Stufe IV		Skalen des Trainingsevaluationsinventars: Subjektiver Spaß; Wahrgenommene Nützlichkeit; Wahrgenommene Schwierigkeit; Subjektiver Wissenszuwachs; Einstellung gegenüber dem Training; Problembasiertes Lernen; Aktivierung; Demonstration; Anwendung Integration
T in Stufe IV		

Anm.: F = Anzahl der erfolgten Fehler; T = Durchführungszeit

Abhängige Variablen

Trainingsperformanz

Die Leistungserhebung gliederte sich in zwei Teile. Im ersten Teil führten die TN Stufe III und IV des Simulationstrainings durch. Diese Stufen wurden ausgewählt, weil sie im Gegensatz zu Stufe I und II erschwerte Bedingungen (Notfallsituation und Abwesenheit einer engmaschigen Handlungsanleitung) aufwiesen. Abhängige Leistungsvariablen waren die sogenannte Sternebewertung (1–5), d. h. die in der Anwendung integrierte Kalkulation der Performanz anhand der Durchführungsgeschwindigkeit in Abhängigkeit der Fehlerrate, die Anzahl gemachter Fehler (F) und Durchführungszeit (T) der jeweiligen Stufe. Die Leistungsbewertung mittels Sterne

und Anzahl gemachter Fehler wurden den TN nach Abschluss jeder Stufe auf dem Hauptbildschirm in der Simulation angezeigt. Die Durchführungsdauer wurde mittels Stoppuhren erfasst und manuell aufgezeichnet. Bei der Wirksamkeitsüberprüfung wurde die gesamte VR-Simulation zusätzlich vom Computerbildschirm abgefilmt, um etwaige Systemstörungen bei dem Leistungsparameter T zu berücksichtigen. Zusätzlich wurde in Sekunden erhoben, wie lange die TN zur Lösung der Notfallsituation brauchten, um den Leistungsparameter „Umgang mit seltenen und nicht alltäglichen Situationen“ zu messen.

Der zweite Teil der Leistungserhebung bestand aus dem Wissenstest „Operate your own Reactor – Knowledge Test“ (vgl. FRACARO 2022). Dieser gliederte sich in ein Multiple-Choice-Item, vier One-Choice-Items und ein Sortier-Item. Bei der richtigen Beantwortung aller Fragen konnten die TN insgesamt elf Punkte erreichen. Beim Multiple-Choice-Item und dem Sortier-Item gab es für jede richtige Angabe einen Punkt.

Transfer in den Arbeitsalltag

Transfer in den Arbeitsalltag wurde mit dem durch den Lehrstuhl für Arbeits-, Organisations- und Wirtschaftspsychologie an der Ruhr-Universität Bochum entwickelten Selbstberichtsinstrument „Transfer des Simulationstraining“ zur Messung des Lerntransfers in den vergangenen Wochen seit dem Initialtraining erhoben. Die vier Fragen konnten mit Häufigkeitsangaben beantwortet werden (z. B.: Wie viele Situationen haben Sie in den vergangenen sechs Wochen bei der Arbeit erlebt, in denen Sie die Lernerfahrungen aus dem Simulationstraining benötigt haben/hätten oder bei denen sie hilfreich gewesen sind/wären? (Bitte Anzahl eintragen)).

Weiterhin wurde der Fragebogen „Bewusstsein über seltene und nicht alltägliche Situationen“ (adaptiert nach ELSBECKER/KLUGE 2013) im Prä-post-Vergleich eingesetzt, bestehend aus vier Items, die auf einer fünfstufigen Likert-Skala von „1 = trifft gar nicht zu“ bis „5 = trifft sehr zu“ beantwortet wurden. Ein Beispiel-Item ist: „Das Thema seltene und nicht alltägliche Situationen bei Merck ist mir persönlich ein wichtiges Anliegen.“

Bewertung des Trainings und der eigenen Kompetenzen

Das Trainingsevaluationsinventar (TEI) (vgl. RITZMANN/HAGEMANN/KLUGE 2014), adaptiert an Simulationstrainings, wurde im Initialtraining eingesetzt, um die Bewertung durch die TN auf den Skalen „Subjektiver Spaß“, „Wahrgenommene Nützlichkeit“, „Wahrgenommene Schwierigkeit“, „Subjektiver Wissenszuwachs“, „Einstellung gegenüber dem Training“, „Problembasiertes Lernen“, „Aktivierung von Vorwissen“, „Demonstration“, „Integration“ und „Anwendung“ mit insgesamt 35 Items zu erfassen. Die Bewertung erfolgte auf einer fünfstufigen Likert-Skala von „trifft gar nicht zu“ bis „trifft voll zu“. Ein Beispielitem für die Subskala „Wahrgenommene Nützlichkeit“ lautet: „Ich finde das Simulationstraining nützlich für meinen Beruf.“

Bei der Wirksamkeitsüberprüfung wurde zusätzlich eine gekürzte Form (Backward-Looking-TEI mit insgesamt elf Items) eingesetzt. Diese diente dem Zweck, die Nachhaltigkeit des Trainings nach sechs Wochen durch den Prä-post-Vergleich zu evaluieren. Hierbei wurden die Subskalen „Wahrgenommene Nützlichkeit“, „Subjektiver Wissenszuwachs“, „Einstellung gegenüber dem Training“, „Anwendung“ und „Integration“ einbezogen (Beispiel-Item: In den letzten sechs Wochen „hat sich das Simulationstraining als nützlich für meinen Beruf erwiesen“.).

Die Selbstwahrnehmung in der VR-Simulation wurde mit sechs von FRACARO (2022) entwickelten Items zur Bewertung von Simulationstrainings gemessen. Die Bewertung erfolgte jeweils auf fünfstufigen Likert-Skalen (Beispiel-Item: „Inwieweit glauben Sie, dass diese Art von virtueller Realität Ihnen beim Lernen helfen kann?“; Bewertung auf „1 = sehr wenig“ bis „5 = sehr viel“).

Statistische Analysen

Die statistischen Analysen wurden mithilfe des Programms IBM SPSS Statistics (Version 29) durchgeführt. Zur Bewertung des Trainings aus Sicht der TN ($N = 27$) wurden die Mittelwerte der Skalen des TEI (vgl. RITZMANN/HAGEMANN/KLUGE 2014) und des Backward-Looking-TEI sowie der Mittelwert und die Standardabweichung der VR-Erfahrung (vgl. FRACARO 2022) berechnet. Um die abhängigen Variablen zwischen der Experimentalgruppe und der Kontrollgruppe zu vergleichen, wurden einfaktorielle ANOVAs mit wiederholten Messungen durchgeführt.

Es wurden Prä-post-Test-Vergleiche zwischen der Experimentalgruppe und der Kontrollgruppe in Bezug auf die Bewertung der Stufen III und IV, die Leistungsfehler, die Bearbeitungszeiten sowie die Zeit, die für die Bewältigung der Notfallsituation aufgewendet wurde, berechnet. Außerdem wurden die Gruppen hinsichtlich des Wissens verglichen (einseitige t-Tests). Die Veränderungen in der Situationsbeurteilung zwischen der Experimentalgruppe und der Kontrollgruppe wurden mittels eines Prä-post-Test-Vergleichs bewertet. Zudem wurden das Bewusstsein sowie die Unfallwahrscheinlichkeit zwischen den Gruppen verglichen.

3.1.4 Ergebnisse

Deskriptive Ergebnisse

Die deskriptiven Ergebnisse zur Bewertung des Trainings beziehen sich auf die Mittelwerte und Standardabweichungen des TEI, des Backward-Looking-TEI und der Bewertung von Simulationstrainings und sind in Tabelle 5 dargestellt. Im Durchschnitt wurde das Training zwischen $M = 3.00$ und $M = 4.46$ auf einer fünfstufigen Likert-Skala bewertet. Hinsichtlich der Bewertung des TEI sind die Mittelwerte in der vorliegenden Studie den Normierungswerten vergleichbarer Stichproben von Hochrisikoorganisationen ähnlich (vgl. RITZMANN/HAGEMANN/KLUGE 2014).

Tabelle 5: Trainingsevaluation

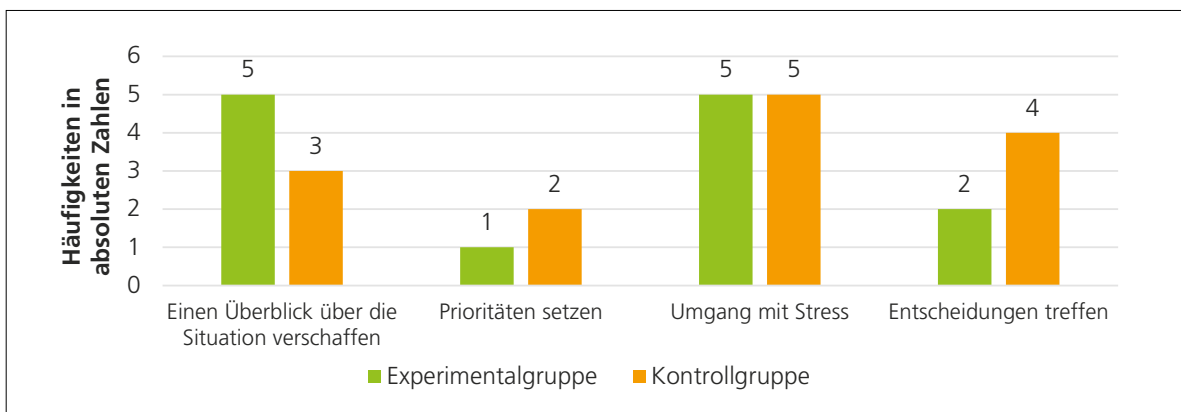
Trainingsevaluationsinventar (TEI) zum Zeitpunkt „Initialtraining“				
	Experimental- gruppe N = 13		Kontrollgruppe N = 14	
Skala	M	SD	M	SD
Subjektiver Spaß	4.67	0.27	4.26	1.01
Wahrgenommene Nützlichkeit	4.06	0.60	4.29	0.80
Wahrgenommene Schwierigkeit	4.44	0.36	4.41	1.05
Subjektiver Wissenszuwachs	3.87	0.54	3.76	0.97
Einstellung gegenüber dem Training	4.18	0.59	4.12	0.82
Problembasiertes Lernen	4.00	0.60	3.87	0.98
Aktivierung	4.31	0.48	4.17	0.80
Demonstration	4.17	0.41	3.82	0.61
Anwendung	3.62	0.65	3.60	0.73
Integration	4.44	0.46	4.54	0.31
Backward-Looking-TEI zum Zeitpunkt „Wirksamkeitsüberprüfung“				
	Experimental- gruppe N = 11		Kontrollgruppe N = 13	
Skala	M	SD	M	SD
Wahrgenommene Nützlichkeit	3.12	0.95	3.18	0.81
Subjektiver Wissenszuwachs	3.82	0.46	3.72	0.56
Einstellung gegenüber dem Training	2.55	0.69	3.00	0.98
Anwendung	3.27	0.90	3.31	0.85
Integration	3.00	0.81	3.08	1.19
Selbstwahrnehmung in der VR-Simulation zum Zeitpunkt „Initialtraining“				
	Experimental- gruppe N = 13		Kontrollgruppe N = 14	
Item	M	SD	M	SD
Wie hat Ihnen die Lernerfahrung in der virtuellen Realität gefallen?	4.38	0.65	4.57	0.51
Inwieweit glauben Sie, dass diese Art von virtueller Realität Ihnen beim Lernen helfen kann?	3.77	1.09	4.21	0.89
Stellen Sie sich bitte vor, dass Merck mit der Produktion der Chemikalie Butyllithium beginnt und Sie das neue Verfahren beherrschen müssen. Inwieweit halten Sie die virtuelle Realität für ein geeignetes Mittel, um das Verfahren zu erlernen, bevor Sie es praktisch durchführen müssen?	4.00	0.82	4.29	0.61

Wenn Sie diese virtuelle Realität mit der traditionellen Weiterbildung bei Merck (z. B. Trainingstage, „Klassenraum“-Lernen mit PowerPoint Präsentationen, e-Learning) vergleichen sollen: Wie beurteilen Sie das Lernen in der virtuellen Realität im Vergleich zur traditionellen Ausbildung?	4.08	0.86	4.21	0.89
Inwieweit glauben Sie, dass das Erleben eines Notfalls in der virtuellen Realität Ihnen dabei helfen würde, in Zukunft besser auf Not-situationen in der realen Anlage vorbereitet zu sein?	3.85	0.80	4.43	0.65
Inwieweit glauben Sie, dass das Üben von Notfällen in der virtuellen Realität Ihnen dabei helfen würde zu lernen, wie Sie sich in einer zukünftigen Notsituation in der realen Anlage verhalten sollten?	3.85	0.69	4.50	0.65

Anm.: Alle Items wurden auf fünfstufigen Likert-Skalen bewertet, wobei eine geringe Ausprägung eine negative Beantwortung der jeweiligen Frage und eine hohe Ausprägung eine positive Bewertung hinsichtlich der Eignung von VR-Trainings bedeutete.

Darüber hinaus bewerteten die TN, welche Lernziele für die Bewältigung der VR-Simulation wichtig waren. Abbildung 4 zeigt die absolute Häufigkeit der Nennung der jeweiligen Lernziele, aufgeteilt in Experimental- und Kontrollgruppe. Die Ziele „Sich einen Überblick über die Situation verschaffen“ und „Stressbewältigung“ wurden am häufigsten benannt.

Abbildung 4: Nicht technische Ziele der VR-Simulation

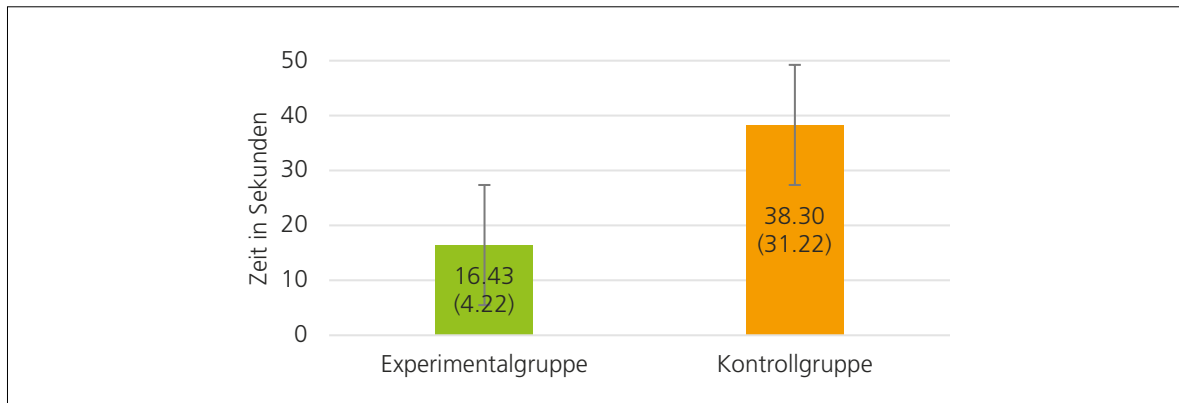


Quelle: eigene Darstellung

Inferenzstatistische Auswertung

Hypothese 1: Chemikanten/Chemikantinnen, die an einer Auffrischungsschulung teilgenommen haben, lösen eine Notfallsituation unter Zeitdruck schneller als Chemikanten/Chemikantinnen, die nicht an der Schulung teilgenommen haben.

Zur Vergleichbarkeit der Zeitdauer für die Lösung einer Notfallsituation unter Zeitdruck zwischen der Experimentalgruppe und der Kontrollgruppe wurde der Mann-Whitney-U-Test kalkuliert. Die **Experimentalgruppe** ($M = 16.43$, $SD = 4.22$) **benötigte signifikant weniger Zeit zur Lösung der Notfallsituation als die Kontrollgruppe** ($M = 38.30$, $SD = 31.22$), $U = 40$, $z = -1.83$, $p_{\text{einseitig}} = .036$ (siehe Abb. 5).

Abbildung 5: Benötigte Zeit zur Lösung der Notfallsituation

Anm.: Innerhalb der Säulen sind die Mittelwerte und darunter in Klammern die dazugehörigen Standardabweichungen dargestellt. Die Whisker zeigen den jeweiligen Standardfehler an.

Quelle: eigene Darstellung

Hypothese 2: Das Auffrischungstraining führt zu einer besseren und schnelleren Trainingsleistung nach zwei Wochen.

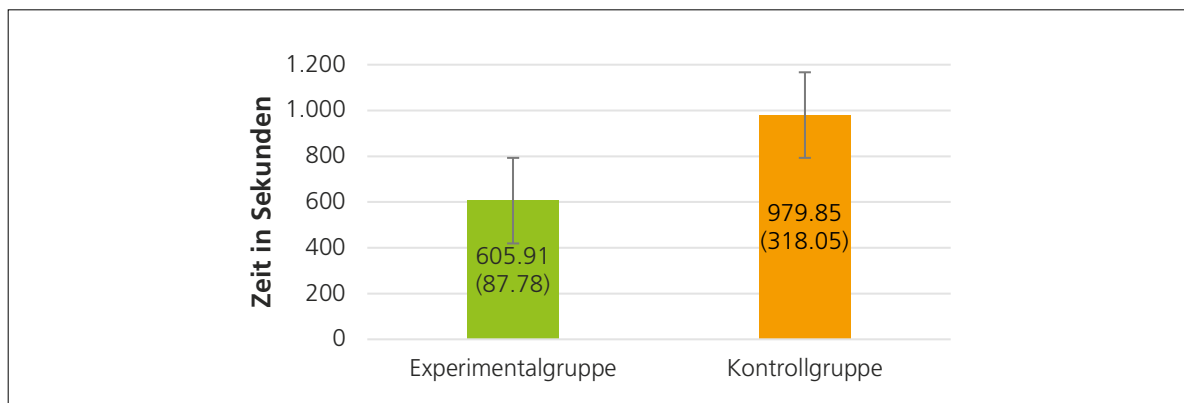
Um zu überprüfen, ob die Versuchsgruppe, die das Auffrischungstraining erhalten hatte, bessere und schnellere Leistungen erbrachte, wurden univariate Varianzanalysen mit Messwiederholungen auf einem Faktor für die Anzahl der Sterne, die Anzahl der Fehler in Stufe III und IV sowie die Dauer in Stufe IV der VR-Anwendung berechnet. Hinsichtlich der Sternebewertung auf Stufe III erreichten die TN der Experimentalgruppe eine Leistungsverbesserung ($M_{\text{PRÄ}} = 4.46$, $SD_{\text{PRÄ}} = 0.52$; $M_{\text{POST}} = 5.00$, $SD_{\text{POST}} = 0.00$), während sich die TN der Kontrollgruppe gering verschlechterten ($M_{\text{PRÄ}} = 4.21$, $SD_{\text{PRÄ}} = 0.70$; $M_{\text{POST}} = 3.77$, $SD_{\text{POST}} = 1.48$), wobei ein signifikanter Interaktionseffekt vorlag $F(1, 22) = 4.32$, $p = .050$. **Hinsichtlich der benötigten Zeit für Stufe IV konnte ein signifikanter Haupteffekt gefunden werden, wobei beide Gruppen zwischen den Messzeitpunkten eine höhere Geschwindigkeit bei der Bearbeitung zeigten**, $F(1, 22) = 11.52$, $p = .003$. Auf den anderen Variablen lagen keine signifikanten Effekte vor. Alle inferenzstatistischen Ergebnisse sind in Tabelle 6 dargestellt.

Tabelle 6: Ergebnisse der Überprüfung der zweiten Hypothese

Variable	Haupteffekt	Interaktions-effekt	Gruppe	Prä M(SD)	Post M(SD)
Stufe III – Sterne	$F(1,22) = 0.26$, $p = .613$	$F(1,22) = 4.32$, $p = .050$	KG	4.21 (0.70)	3.77 (1.48)
			EG	4.46 (0.52)	5.00 (0.00)
Stufe III – Fehler	$F(1,22) = 0.02$, $p = .885$	$F(1,22) = 3.06$, $p = .094$	KG	0.57 (0.65)	0.92 (0.86)
			EG	0.62 (0.65)	0.27 (0.47)
Stufe IV – Sterne	$F(1,22) = 2.71$, $p = .114$	$F(1,22) = 0.80$, $p = .380$	KG	4.64 (0.50)	4.92 (0.28)
			EG	4.85 (0.38)	4.91 (0.30)
Stufe IV – Fehler	$F(1,22) = 0.02$, $p = .890$	$F(1,22) = 0.30$, $p = .592$	KG	0.85 (0.66)	1.08 (0.76)
			EG	0.54 (0.66)	0.45 (0.93)
Stufe IV – Zeit	$F(1,22) = 11.52$, $p = .003$	$F(1,22) = 0.15$, $p = .699$	KG	761.57 (258.56)	662.77 (213.05)
			EG	677.15 (195.20)	507.36 (117.65)

Weiterhin wurden Vergleiche zwischen den beiden Gruppen in Bezug auf die Bearbeitungszeit der Stufe III und die Leistungen im Wissenstest durchgeführt.

Die Experimentalgruppe ($M = 605.91$, $SD = 87.78$) benötigte signifikant weniger Zeit zum Abschluss der Stufe III als die Kontrollgruppe ($M = 979.85$, $SD = 318.05$), $U = 10$, $z = -3.56$, $p_{\text{einseitig}} < .001$. Die Ergebnisse sind in Abbildung 6 dargestellt.

Abbildung 6: Benötigte Zeit zur Durchführung der Trainingsstufe III

Anm.: Innerhalb der Säulen sind die Mittelwerte und darunter in Klammern die dazugehörigen Standardabweichungen dargestellt. Die Whisker geben den jeweiligen Standardfehler an.

Quelle: eigene Darstellung

Es gab keinen signifikanten Unterschied in der Leistung des Wissenstests zwischen den beiden Gruppen, $U = 87.50$, $z = 0.93$, $p_{\text{einseitig}} = .185$.

Hypothese 3: Das Auffrischungstraining führt zu einem verbesserten praktischen Transfer von Fertigkeiten im Umgang mit NRS.

Zur Überprüfung der Hypothese wurden das Bewusstsein für seltene Situationen und die Wahrnehmung der Unfallwahrscheinlichkeit zwischen den beiden Gruppen verglichen. Es gab keine signifikanten Unterschiede im Bewusstsein für seltene Situationen zwischen den Gruppen, $F(1,22) = 2.74$, $p = .112$, oder innerhalb der Gruppen, $F(1,22) = 0.86$, $p = .364$. Ebenso gab es keinen signifikanten Unterschied in der Wahrnehmung der Unfallwahrscheinlichkeit zwischen den Gruppen, $F(1,22) = 0.47$, $p = .498$, und innerhalb der Gruppen, $F(1,22) = 0.20$, $p = .658$.

3.1.5 Diskussion

Zusammengefasst wurde das Training insgesamt als nützlich bewertet. Besonders relevante Lernziele sahen die TN in Bezug auf „einen Überblick über die Situation verschaffen“ und „Umgang mit Stress“.

Mit der **ersten Hypothese** wurde untersucht, ob Chemikanten/Chemikantinnen, die an einem Auffrischungstraining teilgenommen haben, eine Notfallsituation unter Zeitdruck schneller lösen als Chemikanten/Chemikantinnen, die nicht an der Schulung teilgenommen haben. Hierbei konnte gezeigt werden, dass die Gruppe, die das Auffrischungstraining erhalten hat, signifikant weniger Zeit zur Lösung der Notsituation benötigt hat. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass erneutes Durchführen des Trainings zu einem Lerneffekt geführt hat. In Notsituationen, insbesondere in Hochrisikoorganisationen, ist es von besonderer Relevanz, möglichst schnell den korrekten Lösungsweg zu finden, um die Risiken eines Unfalls zu minimieren.

Ob das Auffrischungstraining zu einer besseren und schnelleren Trainingsleistung nach zwei Wochen geführt hat, wurde mit **Hypothese 2** untersucht.

Es konnte gezeigt werden, dass das Auffrischungstraining keine signifikanten Auswirkungen auf die Anzahl der Sterne in Stufe IV und die Anzahl der erreichten Fehler hatte, jedoch die benötigte Zeit für Stufe IV signifikant geringer war. In Stufe IV agierten die TN ohne zusätzliche Hinweise und mussten selbstständig die Situation bewältigen. Da beide Gruppen eine Verbesserung erreichten, kann angenommen werden, dass das Initialtraining über sechs Wochen hinweg eine Verbesserung im fachlichen Wissen bewirkt hat.

In **Hypothese 3** wurde der praktische Transfer von Fähigkeiten im Umgang mit seltenen und ungewöhnlichen Situationen zwischen Experimental- und Kontrollgruppe verglichen. Sowohl das Bewusstsein für seltene Situationen als auch die Wahrnehmung der Unfallwahrscheinlichkeit unterschied sich nicht zwischen den Gruppen. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass das Auffrischungstraining keinen signifikanten Einfluss auf die Risikobewertung hat. In Hochrisikoorganisationen ist das Thema NRS grundsätzlich von hoher Relevanz, weshalb ein Auffrischungstraining keinen Einfluss auf die Einstellung zum Umgang mit seltenen und ungewöhnlichen Situationen hat.

Limitationen

Die Studie weist einige Limitationen auf, die berücksichtigt werden müssen. Zum einen konzentrierte sich das Training auf einen sehr spezifischen Anwendungsfall, nämlich die Herstellung von BuLi. Das bedeutet, dass die Ergebnisse nicht ohne Weiteres auf andere Kontexte übertragbar sind. Die Studie berücksichtigte nicht die individuellen Vorerfahrungen der TN im Umgang mit technischen Geräten oder Notsituationen. Unterschiede im Erfahrungsniveau könnten einen Einfluss auf die Ergebnisse gehabt haben, da erfahrenere Chemikanten/Chemikantinnen möglicherweise bereits über bestimmte Fähigkeiten und Strategien verfügten, um

Notsituationen effektiver zu bewältigen. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist das Verhältnis von Aufwand und Schwierigkeit der Notsituationen. Die Notsituationen, die in der Studie simuliert wurden, könnten im Vergleich zu realen Notfällen möglicherweise als weniger anspruchsvoll empfunden werden. Dies könnte die Reaktionszeit und Leistung der TN beeinflusst haben und somit die Übertragbarkeit der Ergebnisse beeinträchtigen.

Relevanz von Auffrischungstrainings für die Praxis

Durch die Ergebnisse wird die Nützlichkeit von regelmäßigen Auffrischungstrainings für Chemikanten/Chemikantinnen bekräftigt. Auffrischungstrainings tragen dazu bei, dass Mitarbeiter/-innen schneller und effektiver eigenständige Lösungswege in Notsituationen finden können. Daher sollten Unternehmen, insbesondere in Hochrisikoorganisationen, regelmäßige Auffrischungstrainings implementieren, um das Wissen und die Fähigkeiten ihrer Mitarbeiter/-innen aufrechtzuerhalten und zu verbessern. Daher sollte das Training nicht nur die Wissensvermittlung, sondern auch die Stärkung der Fähigkeit zur eigenständigen Problemlösung umfassen. Obwohl das Auffrischungstraining keinen signifikanten Einfluss auf die Risikobewertung in Bezug auf seltene und ungewöhnliche Situationen hatte, bleibt die Sensibilisierung für solche Szenarien von entscheidender Relevanz. Es sollte daher sichergestellt werden, dass Mitarbeiter/-innen für diese potenziell gefährlichen Situationen sensibilisiert werden und entsprechende Schulungen erhalten.

Ausblick für die Forschung

Es wäre von Interesse, die langfristigen Effekte regelmäßiger Auffrischungstrainings auf die Leistung und das Verhalten der Mitarbeiter/-innen in seltenen und unsicheren Situationen zu untersuchen. Eine Langzeitstudie könnte Aufschluss darüber geben, ob bestimmte Trainingselemente oder -methoden langfristig effektiver sind als andere. Ebenfalls könnten Untersuchungen mit verschiedenen Trainingsprogrammen zeigen, ob bestimmte Mitarbeitendengruppen von spezifischen Trainingsinhalten oder -methoden stärker profitieren als andere. Dies könnte dazu beitragen, maßgeschneiderte Schulungsprogramme zu entwickeln, die die individuellen Bedürfnisse und Fähigkeiten der TN besser berücksichtigen.

3.2 Nicht technische Kompetenzen: Entwicklung und Durchführung eines Auffrischungstrainings bei Covestro AG

Die zweite Studie fokussierte die Entwicklung und Evaluation eines Auffrischungstrainings für nicht technische sogenannte Team-Ressource-Management-Kompetenzen (TRM-Kompetenzen) bei dem Unternehmen Covestro AG Deutschland. Die Covestro AG führt bereits Team-Ressource-Management-Trainings zu nicht technischen Kompetenzen mit dem Schwerpunkt Arbeitssicherheit durch. Basierend darauf wurde gemeinsam mit der Abteilung Qualification Management der Covestro AG das Gamification-Auffrischungstraining „TRM-Box“ entwickelt. Die TRM-Box ist in zwei inhaltliche Teile gegliedert: Der erste Teil (Etappe 1) dient der Auffrischung des TRM-Trainings. Der zweite inhaltliche Teil (Etappe 2 und 3) setzt zusätzlich neue inhaltliche Impulse zu den ausgewählten Themen „Menschliche Fehler“ und „Entscheidungsfindung in sicherheitskritischen Situationen“.

Hypothesen

H1: Die TRM-Box ist dazu geeignet die Inhalte aus dem TRM-Training aufzufrischen durch ...

H1a: ... die Vergleichbarkeit der Evaluation des TRM-Trainings von Covestro und der TRM-Box.

H1b: ... Aufrechterhaltung der TRM-Kompetenzen über das Training hinweg.

H2: Die TRM-Box erhöht die Sensibilisierung für den Umgang mit menschlichen Fehlern und das Treffen von Entscheidungen in sicherheitskritischen Situationen.

3.2.1 Stichprobe

Das entwickelte Auffrischungstraining TRM-Box soll dem Kompetenzerhalt von Chemikanten/Chemikantinnen und Ingenieuren/Ingenieurinnen von Covestro dienen. Die Evaluation des Auffrischungstrainings wurde mit N = 45 TN zwischen März und Juli 2024 durchgeführt. Die TN wurden auf sechs Kleingruppen aufgeteilt. Die einzelnen Trainingszeitpunkte, aufgeteilt nach Gruppen, befinden sich in Tabelle 7. Es ist auffällig, dass die Zeiträume zwischen den einzelnen Trainingseinheiten stark variieren.

Tabelle 7: Trainingszeitpunkte Etappe 1 bis Etappe 3, aufgeteilt nach Teilnahmegruppen

Gruppe (N)	Etappe 1	Etappe 2	Etappe 3
1 (N = 16)	07.03.2024	14.03.2024	21.03.2024
2 (N = 5)	14.03.2024	21.03.2024	03.04.2024
3 (N = 5)	05.03.2024	15.03.2024	21.03.2024
4 (N = 5)	16.04.2024	21.04.2024	13.06.2024
5 (N = 6)	23.05.2024	04.06.2024	17.06.2024
6 (N = 8)	26.04.2024	10.07.2024	15.07.2024

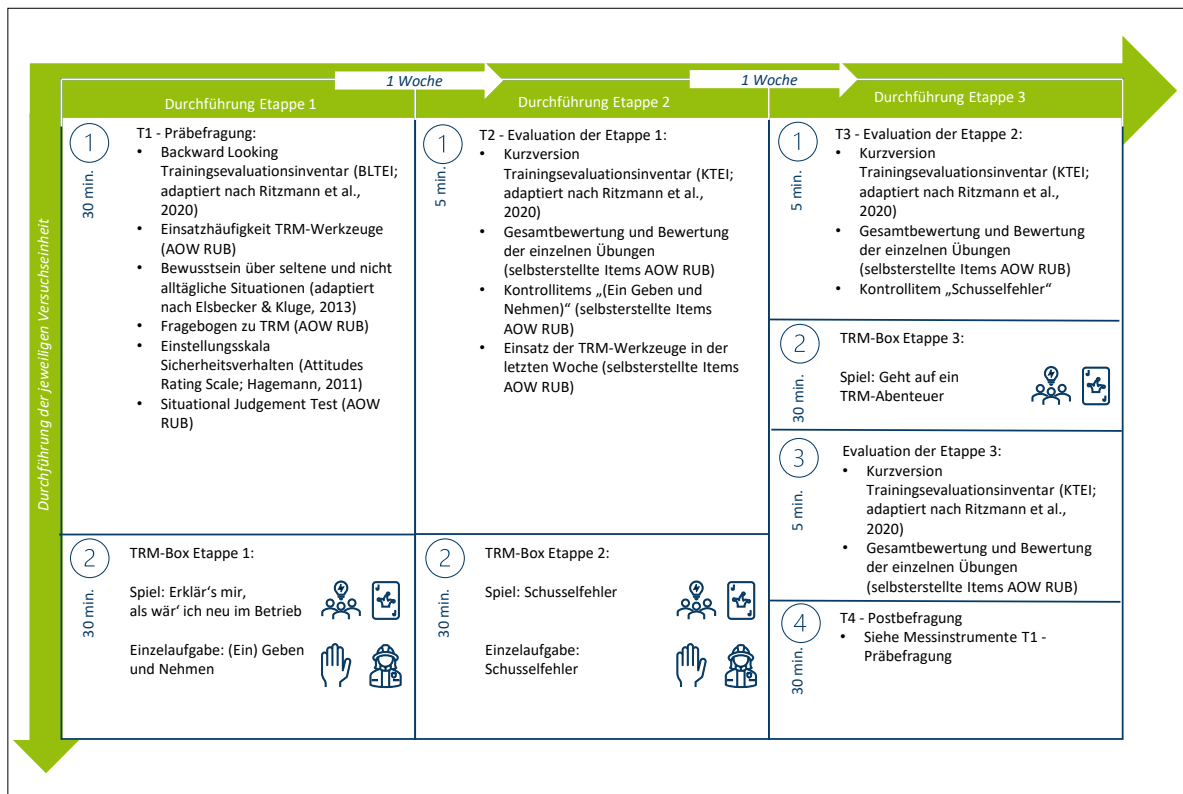
3.2.2 Versuchsdurchführung

Im Januar 2023 wurde die Trainingsentwicklung und -durchführung vereinbart. Die gemeinsame engmaschig abgestimmte Trainingsentwicklung begann im Mai 2023. Diese umfasste aufgrund des hohen Umfangs der Trainingseinheiten bis Dezember 2023 vier eintägige Präsenztreffen sowie neun weitere halbtägige Treffen über die Onlineplattform Teams. Die Präsenztreffen wurden zur Entwicklung der Trainingseinheiten genutzt und fanden, basierend auf den Zeitkontingenten der Praxispartner/-innen, in vier- bis sechswöchigem Rhythmus statt. Die Online-Treffen wurden für Absprachen mit dem Konzernbetriebsrat und dem Betriebsrat von Brunsbüttel sowie zur Zwischenevaluation der Trainingsinhalte mit Trainern/Trainerinnen und Standortleiterinnen und -leitern bei Covestro sowie für die Nachjustierung genutzt. Im September 2023 lagen zwei von drei Trainingseinheiten in der fertigen Version vor. Diese wurden im Oktober 2023 in einem internationalen Präsenzworkshop von Covestro mit Trainern/Trainerinnen durchgeführt und anschließend auf Grundlage des Feedbacks angepasst.

Insgesamt besteht das entwickelte Gamification-Auffrischungstraining „TRM-Box“ aus drei 30-minütigen Etappen, die flexibel am Arbeitsplatz im Schichtbetrieb im wöchentlichen

Rhythmus durchgeführt werden können. Um den Einsatz der TRM-Box als Auffrischungstraining zu gewährleisten, wurde diese sechs Monate nach den Teilnahmen am bestehenden TRM-Training bei Covestro durchgeführt. Die Gesamtevaluation bestand aus fünf Einzelerhebungen mittels Papierfragebögen direkt vor bzw. nach den Trainingseinheiten. Die TRM-Box wurde von internen Trainern/Trainerinnen der Organisation begleitet. Die einzelnen Evaluationszeitpunkte sowie eine Übersicht über die dazugehörigen Instrumente sind in Abbildung 7 dargestellt.

Abbildung 7: Übersicht über die Versuchsdurchführung – Evaluation der TRM-Box



Quelle: eigene Darstellung

Die besondere Herausforderung der Evaluation bestand in der Anpassung des Untersuchungsdesigns an die arbeitsalltäglichen Parameter des Schichtbetriebs. Die ursprüngliche Experimentalplanung bestand in einem zweifaktoriellen Design mit zwei pseudorandomisierten Gruppen, wobei die zweite Gruppe als Kontrollgruppe fungieren sollte, die das Training zwei Wochen nach der Experimentalgruppe erhält. Damit sollte überprüft werden, inwiefern das Training die TRM-Kompetenzen aufrechterhält im Vergleich zu TN, die das Training im selben Zeitraum nicht erhalten. Weiterhin sollte ein zusätzlicher Messzeitpunkt direkt nach dem TRM-Training einbezogen werden, um den Kompetenzverfall in den sechs Monaten zwischen dem TRM-Training und der TRM-Box zu überprüfen. Aufgrund der betriebsspezifischen Bedingungen wurde der Untersuchungsplan, wie in Abbildung 7 dargestellt, angepasst. Die Evaluation fand in Form eines einfaktoriellen Prä-post-Designs mit Zwischenevaluationen der einzelnen Trainingseinheiten statt.

Entwicklung des Trainings

Die Zielvereinbarung für die Entwicklung der TRM-Box bestand in der Auffrischung der Kerninhalte des TRM-Trainings sowie eines Impulses zu den Themen menschliche Fehler und Entscheidungsfindung unter Unsicherheit. Eine Übersicht über die Zielsetzungen der einzelnen Etappen des Trainings befindet sich in Tabelle 8.

Tabelle 8: Ziele der TRM-Box

Etappe	Ziele		
	kognitiv	affektiv	konativ
1. Auffrischung der TRM-Werkzeuge	Auffrischen der TRM-Tools Vertiefen des Verständnisses durch Einnahme der Erklärperspektive (Gruppenaufgabe)	Aufbau der Motivation für das Training durch den Gamification-Ansatz Aufbau von Commitment zum Tandempartner und zur Gruppe	Aktives Feedback geben und annehmen (Einzelmission) Wiedergeben der TRM-Werkzeuge in eigenen Worten
2. Impulsgebung Menschliche Fehler	Lernen der häufigsten Fehler (Unsafe Acts) im eigenen Betrieb Verständnis für häufige Vorbedingungen, die zu den Unsafe Acts führen	Akzeptanz, dass Fehler passieren können und bestimmte Fehler häufiger passieren Verständnis, dass Teamkolleginnen und -kollegen ebenfalls ähnliche Fehler machen und es in Ordnung ist, darüber zu sprechen	On-the-Job-Reflexion der eigenen Unsafe Acts und Explikation dieser im Gruppengespräch (Einzelmission)
3. Impulsgebung Entscheidungsfindung in kritischen Situationen	Verknüpfen der Vorbedingungen mit den eigenen Strategien der Entscheidungsfindung unter Unsicherheit (Gruppenaufgabe) Verknüpfen der TRM-Werkzeuge mit Vorbedingungen und Unsafe Acts in einem ausgewählten Unfallhergang (Gruppenaufgabe)	Würdigung des eigenen und im Team bestehenden Wissens Motivationsaufbau für die Beschäftigung mit den Materialien über das Training hinaus Stärkung der Teamkohäsion	Explikation der Lernerfahrungen während des Trainings

Das Training wurde als On-the-Job-Training konzipiert, das sich während einer Schicht von Chemikanten/Chemikantinnen durchführen lässt. Die drei Trainingsetappen wurden im wöchentlichen Rhythmus durchgeführt. Jede Etappe besteht aus einer Gruppenaufgabe, die von fünf bis maximal acht Personen gemeinsam in einer 30-minütigen Sitzung begleitet von einem Trainer/einer Trainerin stattfindet.

Zusätzlich erhielt jede/-r TN eine Einzelaufgabe, die während der Woche bis zur nächsten Etappe erfüllt werden sollte und die ca. zehn Minuten in Anspruch nahm. Alle Materialien liegen in Form von Papierdokumenten, organisiert in einer Box, vor und können künftig auch ohne die Begleitung durch eine Trainerin/einen Trainer von eigenständigen Teams durchgeführt werden (siehe Abb. 8). Jede Gruppenaufgabe wurde in Form eines Spiels konzipiert. Der Gamification-Ansatz wurde gewählt, weil er bereits im TRM-Training umgesetzt wird und unternehmensintern bei der Trainingsentwicklung bevorzugt wurde.

Abbildung 8: Ansicht der TRM-Box von oben

© Covestro Deutschland AG

Das Training beginnt mit einer allgemeinen schriftlichen Einführung in die Regeln (rechts in Abbildung 8 dargestellt). Für jede Etappe liegt ein eigener Umschlag vor, der die Anleitung und alle dazugehörigen Trainingsmaterialien enthält und erst zu Beginn der jeweiligen Etappe geöffnet werden darf. Jede Etappe beginnt mit der Rezeption eines einseitigen Dokuments, in dem die Durchführungsregeln erklärt sind.

Etappe 1

Die Gruppenaufgabe „Erklär’s mir als wär’ ich neu im Betrieb“ fokussierte die Auffrischung der fünf TRM-Werkzeuge, die einen Kern des TRM-Trainings bei Covestro darstellen: 1) Zwei-Wege-Kommunikation, 2) Briefing, 3) STAR (Stop-Think-Act-Review), 4) Vier-Augen-Prinzip, 5) Feedback. Dabei erhielten die TN einen Satz Karten. Auf jeder Karte ist vorne eines der Werkzeuge aufgeführt und auf der Rückseite eine entsprechende Definition. Während des Spiels zogen die TN Karten und mussten für ihre Gruppe entweder das aufgeführte Werkzeug definieren oder das passende Werkzeug für die aufgeführte Definition finden.

Die Einzelaufgabe diente dem Ziel, aktives Feedback zu geben und anzunehmen. Dafür suchten sich die TN am Ende der Etappe einen Tandempartner/eine Tandempartnerin und zogen zwei Karten mit Situationen, in denen sie im kommenden Wochenverlauf ihrer Partnerin/ihrer Partner Feedback geben sollten (z.B.: „Gib einem Kollegen Feedback ... der einen Container oder Bahnkessel an- oder abgeschlossen hat.“). Zur besseren Adaptation im Betrieb konnten die Karten untereinander getauscht werden. Als Hilfestellung erhielten die TN zusätzlich eine Karte mit „nützlichem Wissen“ über Feedback, auf der stichwortartig Forschungserkenntnisse zur Relevanz von Feedback im Kontext der chemischen und pharmazeutischen Industrie zusammengefasst waren.

Etappe 2

Die zweite Etappe begann mit einer Gruppenreflexionsrunde zur Einzelübung aus der ersten Etappe anhand von Leitfragen. Anschließend wurde die Gruppenübung „Schusselfehler“

durchgeführt. Das Spiel mit dem Ziel, die TN für menschliche Fehler bei der Arbeit zu sensibilisieren, wurde absolviert, indem jede/-r TN reihum eine Karte zog und laut vorlas. Die Inhalte der Karten bestanden aus kurzen Beschreibungen von typischen Fehlern, die im Betrieb passieren können (z. B. „Ich habe schon einmal den Handlauf nicht verwendet.“). Nach dem Vorlesen jeder Karte wurde ein Beutel herumgereicht, in den die TN verdeckt entweder einen weißen oder einen schwarzen Spielstein hineinlegten (weiß = ist mir noch nie passiert; schwarz = ist mir bereits passiert). Anschließend wurde der Beutel geleert und die Gruppenergebnisse wurden gemeinsam reflektiert.

Bei der Einzelaufgabe wurden die TN angehalten, im Verlauf der kommenden Woche auf eigene „Schusselfehler“ zu achten und sie auf einer dafür vorgesehenen Karte aufzuschreiben. Sie erhielten zudem eine Karte mit „nützlichem Wissen“ über die häufigsten Fehlerarten (Aufmerksamkeitsfehler, Gedächtnisfehler und absichtliche Fehler in Anlehnung an REASON 1990).

Etappe 3

Die Einleitung der dritten Etappe beinhaltete eine Reflexionsrunde anhand von ausgewählten Fragen zur Einzelaufgabe aus Etappe 2. Um die TN zu ermutigen, über ihre eigene Fehlerwahrnehmung zu sprechen, wurden die Leitfragen mit einem Farbwürfel erwürfelt, damit nicht alle Gruppenmitglieder sich zu jeder Frage äußern mussten. Eine Frage lautete beispielsweise: „Was hat es dir gebracht, mit deinem Tandem über Missgeschicke zu reden?“

Bei der Gruppenaufgabe entwickelten die TN durch Entscheidungen gemeinsam den Verlauf einer fiktiven Geschichte weiter. Die Geschichte wurde basierend auf einem TRM-bezogenen unternehmensinternen Vorfall in Form eines Entscheidungsbaums entwickelt. Dabei versetzten sich die TN in den fiktiven Chemikanten Murat und erlebten mit ihm gemeinsam den Unfallhergang. Das Spiel beinhaltete drei potenzielle Endszenarien, sodass mehrfaches Spiel zur kritischen Evaluation der getroffenen Entscheidungen möglich war.

Das Training wurde mit einem Ausblick auf die zukünftige Nutzung der Trainingsinhalte im Betrieb abgeschlossen. Für jedes Spiel wurden leere Karten zur Verfügung gestellt, die innerhalb der Gruppe ausgefüllt werden können, um die Trainingsgrundlage zu erweitern und sie an den speziellen Betrieb zu adaptieren. Alle Trainingsmaterialien verbleiben nach Beendigung des Trainings im Betrieb, um bedarfsspezifisch genutzt und ausgestaltet zu werden.

3.2.3 Die Treatment-Variablen

Als Treatment-Variable fungierte die Intervention „TRM-Box“. Eine Übersicht über die abhängigen Variablen, gegliedert nach den postulierten Hypothesen, ist nachfolgend dargestellt.

H1: Die TRM-Box ist dazu geeignet, die Inhalte aus dem TRM-Training aufzufrischen durch ...

H1a: ... die Vergleichbarkeit der Evaluationen des TRM-Trainings von Covestro und der TRM-Box

Um zu prüfen, inwiefern die neu entwickelte TRM-Box mit dem bestehenden TRM-Training von Covestro vergleichbar ist, wurden beide Trainings mit dem Instrument Backward-Looking-TEI (siehe Kapitel 3.1.3 Erhobene Variablen) evaluiert. Weiterhin wurde der Fragebogen zur Bewertung von Sicherheitsfaktoren am Arbeitsplatz eingesetzt, um die beiden Trainings miteinander zu vergleichen. Der Fragebogen wurde im Rahmen des Trainings von ELSBECKER/KLUGE (2013) entwickelt, um zu messen, inwiefern das Training die Kontrollwahrnehmung

zur Gestaltung der Sicherheit am Arbeitsplatz beeinflusst (siehe auch JANICAK 1996). Das Instrument umfasst sechs Items (z. B.: „Ich habe bewusst versucht, meine Erkenntnisse aus dem TRM-Training im Alltag umzusetzen.“), die auf einer fünfstufigen Likert-Skala von „trifft gar nicht zu“ bis „trifft sehr zu“ bewertet werden. Zur Messung der Transferleistung der beiden Trainings in den Arbeitsalltag wurde zusätzlich mit einem Item erhoben, wie viel Prozent der erworbenen Sicherheitskompetenzen auf das Training und wie viel auf die alltägliche Arbeit zurückgeführt werden (vgl. ELSBECKER/KLUGE 2013).

H1b: ... Aufrechterhaltung der TRM-Kompetenzen über das Training hinweg.

Ein Ziel der TRM-Box war die Prävention des Verlusts von TRM-Kompetenzen. Um die Aufrechterhaltung der Anwendung der TRM-Werkzeuge zu prüfen, wurde die Anwendung der TRM-Werkzeuge seit dem jeweiligen Beginn des Trainings erfragt. Hierfür wurden die TN gebeten, auf einer Skala von „1 = sehr selten“ bis „6 = sehr oft“ die Nutzungshäufigkeit der einzelnen TRM-Werkzeuge einzuschätzen. Zusätzlich wurde im Rahmen des Trainings ein Fragebogen zur Erhebung der TRM-Kompetenzen in Anlehnung an MARIANI u. a. (2019) entwickelt. Der Fragebogen umfasste 42 Items, aufgeteilt auf neun Subskalen. Die TN schätzten die Anwendung der Kompetenzen im Hinblick auf ihr Verhalten am Arbeitsplatz auf einer Skala von „1 = sehr leicht“ bis „5 = sehr schwer“ ein. Eine Übersicht über die Subskalen und Beispielitems befindet sich in Tabelle 9.

Tabelle 9: Subskalen und Beispielitems des Fragebogens „TRM-Kompetenzen“

Subskala	Beispielitem	Itemanzahl
Situationsbewusstsein	Sich einen Überblick über die Situation verschaffen, um möglichen Gefahren vorzubeugen	7
Treffen von Entscheidungen	Auswirkungen von Entscheidungen vorhersagen	4
Stresswahrnehmung	Zustände und Ursachen von mentaler Ermüdung erkennen	5
Bewusstsein für menschliche Fehler	Eigene Fehler bei der Arbeit offen im Team ansprechen	4
Zwei-Wege-Kommunikation	Bei Anweisungen von anderen die wichtigsten Punkte in eigenen Worten wiederholen	2
STAR	Nach einer Arbeitshandlung überprüfen, ob das gewünschte Ergebnis eingetreten ist	3
Vier-Augen-Prinzip	Die Arbeitsausführung von Kollegen/Kolleginnen hinterfragen, um sicheres Arbeiten zu gewährleisten	3
STOP	Arbeit sofort unterbrechen, wenn Auffälligkeiten oder Abweichungen auftreten	4
Feedback	Überprüfen, ob der Empfänger bzw. die Empfängerin des Feedbacks mich verstanden hat	10

Bewusstsein für TRM am Arbeitsplatz wurde mit der adaptierten Version des Fragebogens „Bewusstsein über seltene und nicht alltägliche Situationen“ im Prä-Post-Vergleich evaluiert (vgl. ELSBECKER/KLUGE 2013; siehe Kapitel 3.1.3 Erhobene Variablen).

H2: Die TRM-Box erhöht die Sensibilisierung für den Umgang mit menschlichen Fehlern und das Treffen von Entscheidungen in sicherheitskritischen Situationen.

Der Umgang mit menschlichen Fehlern wurde mittels der Subskalen „Realistische Stresswahrnehmung“ und „Fehler“ der Skala zu sicherheitsförderlichen Einstellungen in High Responsibility Teams mit insgesamt fünf Items zu den Zeitpunkten T1 und T4 erfasst (Attitudes Rating Scale; vgl. HAGEMANN 2011). Diese wurden auf einer Skala von „0 = vollste Ablehnung“ bis „4 = vollste Zustimmung“ bewertet. Ein Beispiel-Item für die Subskala „Fehler“ ist: „Ich mache eher Fehler in angespannten oder kritischen Situationen.“ Zusätzlich wurden die Subskalen „Fehler“ und „Realistische Stresswahrnehmung“ der Attitudes Rating Scale zum Zeitpunkt T3 erhoben, um den Einfluss der zweiten Etappe auf die Fehlerwahrnehmung der nachfolgenden Woche miteinzubeziehen.

Zur Evaluation des Treffens von Entscheidungen in sicherheitskritischen Situationen wurden vier Fallvignetten in Form eines Situational Judgement Test gemeinsam mit der Organisation entwickelt. Den TN wurde jeweils eine sicherheitskritische Situation mit vier Entscheidungsoptionen dargelegt, wobei jeder Antwortoption ein zuvor festgelegter Punktwert zugeordnet wurde. Einen Punkt bekam die Antwortoption mit der unsichersten Entscheidung und vier Punkte wurden der sichersten Entscheidung zugeordnet. Im Folgenden wird ein Testbeispiel für den Fall „Falsche Probenahme“ dargestellt (siehe auch Abb. 9).

Testbeispiel

Sie beobachten einen Kollegen beim morgendlichen Probeziehen eines Gemischs aus Natronlauge und Bleichlauge.

Zu diesem Zeitpunkt finden in der Abwassergrube der Wasserstoffaufbereitung Sanierungsarbeiten statt und kein Wasser bzw. keine Natronlauge dürfen in das Fundament eindringen.

Es gibt eine feste Probenahmestelle (siehe Foto links) und eine Probenahmestelle nahe des Behälters (Foto rechts). Sie sind sich recht sicher, dass Ihr Kollege die Probe an der falschen Stelle entnommen hat, nämlich an der Probenahmestelle nahe des Behälters. Der Kollege ist allerdings bereits weg gegangen, um die Probe ins Labor zu geben. Wie verhalten Sie sich?

<input type="checkbox"/>	A) Ich hole den Kollegen ein und mache ihn auf die Verwechslung aufmerksam. Andere müssen es nicht erfahren. Immerhin passieren jedem von uns mal Fehler.
<input type="checkbox"/>	B) Ich sage direkt dem Schichtleiter Bescheid und bitte darum, dass alle Kennzeichnungen in dem Anlagenteil kontrolliert werden. Weiterhin sollte in der nächsten Morgenbesprechung auf die Verwechslung hingewiesen werden, damit es anderen nicht mehr passiert.
<input type="checkbox"/>	C) Ich hole den Kollegen ein. Immerhin kann die falsche Probe zu einer Kontamination des Laborgeräts und des Labormitarbeiters (durch falsche persönliche Schutzausrüstung) führen. Außerdem unterrichte ich den Schichtleiter und bitte ihn in der nächsten Morgenbesprechung auf die Verwechslung aufmerksam zu machen.
<input type="checkbox"/>	D) Ich eile ins Labor. Vielleicht schaffe ich es, rechtzeitig Bescheid zu sagen, damit keine Kontamination stattfindet. Ich weiß, dass der Kollege zurzeit gestresst und nicht so gut drauf ist, weil sein Keller kürzlich unter Wasser stand. Weiterhin ist er sehr erfahren, sodass es sich hier um einen einmaligen Fehler handelt. Daher muss er von der Verwechslung nichts wissen.

Anm.: Die vergebenen Punkte für die Aufgabe sind: A) = 1; B) = 4; C) = 3; D) = 2

Abbildung 9: Beispielitem Situational Judgement Test: Falsche Probenahme

© Merck KGaA

Evaluation der einzelnen Etappen

Zusätzlich wurden die einzelnen Etappen deskriptiv evaluiert. Hierfür wurde eine Kurzversion des TEI eingesetzt. Zur Sicherung der zeitlichen Ökonomie wurde jeweils ein repräsentatives Item für die Subskalen „Subjektiver Spaß“, „Wahrgenommene Nützlichkeit“, „Subjektiver Wissenszuwachs“ und „Einstellung gegenüber dem Training“ ausgewählt. Die Skala „Integration“ wurde aufgrund der mangelnden Adaptabilität der entsprechenden Items für die Anwendung auf den kurzfristigen Zeitraum von einer Woche ausgelassen. Die Nützlichkeit der Etappen und der einzelnen Übungen für das Sicherheitsverhalten am Arbeitsplatz wurde zusätzlich mit Einzel-Items gemessen. Zur Gesamtbewertung wurde die Frage „Wie fanden Sie insgesamt die Etappe der TRM-Box für die Umsetzung der TRM-Ziele am Arbeitsplatz?“ auf einer Skala von „1 = sehr schlecht“ bis „10 = sehr gut“ eingeschätzt. Der Nutzen der einzelnen Übungen wurde auf einer Skala von „1 = überhaupt nicht nützlich“ bis „5 = sehr nützlich“ evaluiert. Kontrollfragen dienten der Feststellung, ob die Einzelübung während der letzten Woche durchgeführt wurde.

3.2.4 Statistische Analysen

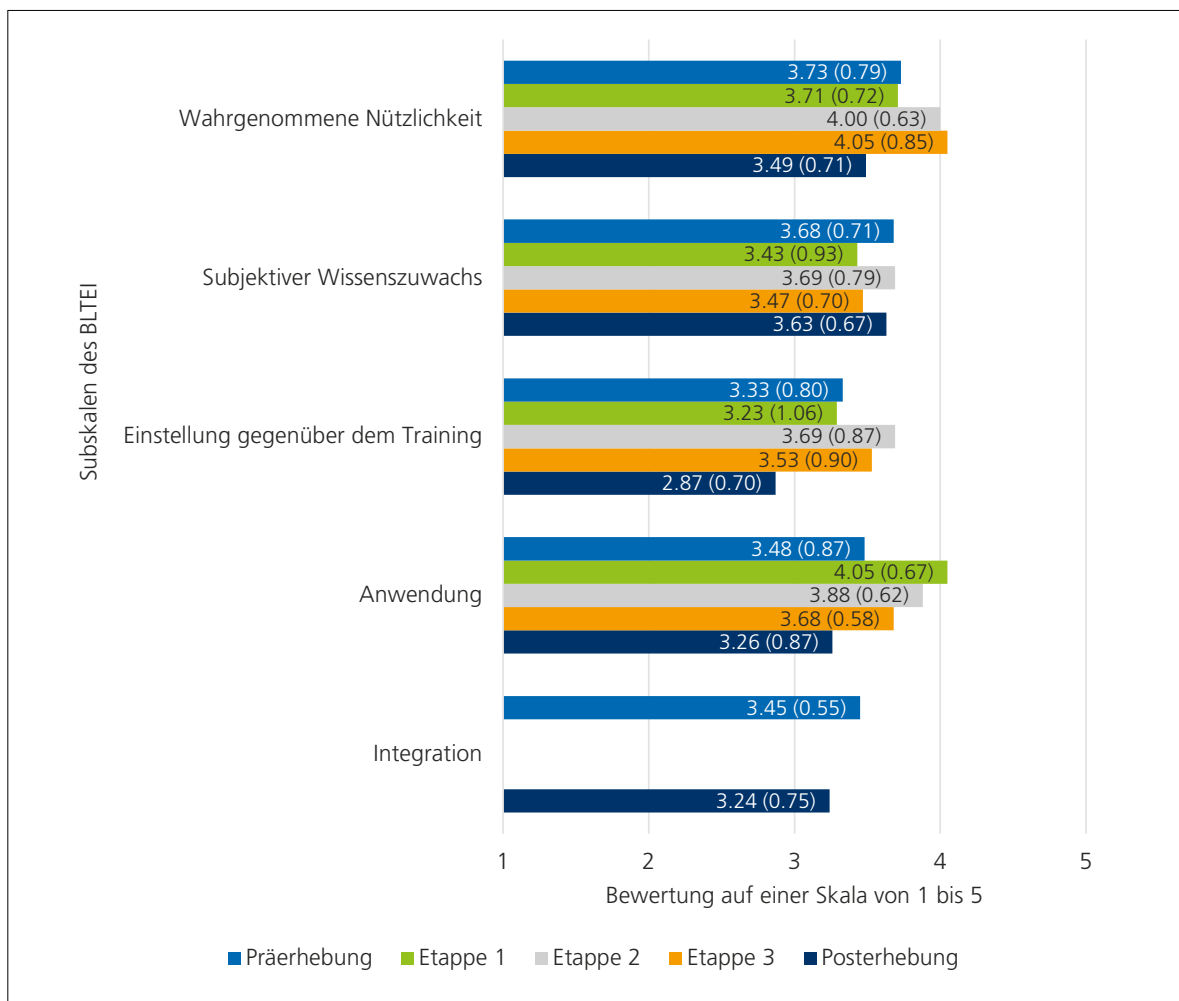
Die statistischen Analysen wurden mittels IBM SPSS Statistics (Version 29) durchgeführt. Zur Überprüfung der ersten Hypothese wurden die abhängigen Variablen mittels verbundener T-Tests miteinander verglichen. Der Trainingseinfluss auf die Sensibilisierung im Umgang mit menschlichen Fehlern (H2) wurde mit einer univariaten Varianzanalyse mit Messwiederholungen auf einem Faktor getestet, wobei die Zeitpunkte T1, T3 und T4 einbezogen wurden. Zur statistischen Testung der Kompetenz Entscheidungsfindung in sicherheitskritischen Situationen wurden die Leistungsergebnisse im Situational Judgement Test prä-post überprüft. Zum einen wurden dafür die Antworten auf alle vier Fragen zu Mittelwerten akkumuliert und mittels eines verbundenen T-Tests miteinander verglichen. Zum anderen wurden mittels Kontingenztabellen (vgl. FERREIRA/ALMEIDA/LUIZ 2013) die Veränderungswerte kalkuliert, um für jedes der Items die prozentuale Verbesserung und Verschlechterung der Gesamtgruppe im Trainingsverlauf zu berechnen.

3.2.5 Ergebnisse

Deskriptive Ergebnisse

Die Ergebnisse der deskriptiven Analyse sind in Abbildung 10 dargestellt. Zur Vergleichbarkeit wurden nur Antworten einbezogen, die für alle Backward-Looking-TEI-Skalen vollständig vorlagen ($N = 17$). Viele der erhaltenen Papierfragebögen wiesen fehlende Werte auf, wodurch die Teilnehmerzahlen bei den einzelnen Ergebnissen variieren. Im Vergleich zur ersten Studie des Projekts (vgl. CONEIN/FELKL/BLUM 2025) fallen die Ergebnisse etwas geringer aus.

Abbildung 10: Deskriptive Statistik zur Bewertung des Trainings anhand des Backward-Looking-TEI



Anm.: Die Mittelwerte der einzelnen Subskalen sind innerhalb der Balken dargestellt. Dahinter befinden sich die jeweiligen Standardabweichungen.

Die Gesamtbewertung der einzelnen Etappen sowie die Bewertung der einzelnen Übungen sind in Tabelle 10 aufgeführt. Hierbei lagen vollständige Daten von $N = 20$ TN vor.

Tabelle 10: Bewertungen der einzelnen Etappen

Trainingseinheit	Mittelwert	Standardabweichung	Skalierung
Etappe 1	6.35	1.42	1-10
Erklär's mir, als wär' ich neu im Betrieb	3.15	0.88	1-5
(Ein-)Geben und Nehmen	3.60	0.75	1-5
Etappe 2	6.80	1.51	1-10
Schusselfehler Gruppenaufgabe	3.80	0.89	1-5
Schusselfehler Einzelaufgabe	3.75	0.79	1-5
Etappe 3	6.65	2.06	1-10
TRM-Abenteuer	3.50	0.76	1-5

Insgesamt liegen alle deskriptiven Werte etwas über dem Mittelwert der vorgegebenen Skalierung und sind somit als mittel bis tendenziell positiv zu bewerten. Die Auswertung der Kontrollfragen ergab, dass in der Woche nach der ersten Etappe 31 (88.57 %) von 35 TN aktiv Feedback gegeben haben, wobei zehn TN keine Angabe machten. Von N = 35 ausgefüllten Angaben haben TN = 21 (60 %) aktiv Feedback angenommen. Nach der zweiten Etappe füllten N = 28 Personen die Kontrollfrage aus. Davon haben lediglich elf TN (32.14 %) aktiv ihre „Schusselfehler“ aufgeschrieben.

Inferenzstatistische Auswertung

H1: Die TRM-Box ist dazu geeignet, die Inhalte aus dem TRM-Training aufzufrischen durch ...
H1a: ... die Vergleichbarkeit der Evaluationen des TRM-Trainings von Covestro und der TRM-Box.

Um die beiden Trainings anhand des TEI zu vergleichen, wurde jeweils der Gesamtmittelwert in die statistische Auswertung einbezogen. Die Auswertung von H1a ergab, dass sich die TRM-Box vom TRM-Training weder hinsichtlich der Trainingsevaluation noch hinsichtlich des Bewusstseins für TRM und des Einflusses der Sicherheitsfaktoren am Arbeitsplatz unterschied (siehe Tabelle 11). Der statistische Vergleich der prozentualen Anzahlen, die die TN dem TRM-Kompetenzerwerb durch das jeweilige Training zuschrieben, war ebenfalls nicht signifikant.

Tabelle 11: Ergebnisse der Überprüfung der ersten Teilhypothese H1a

Instrument	TRM-Training M (SD)	TRM-Box M (SD)	T	p	N
Trainingsevaluationsinventar	3.57 (0.64)	3.24 (0.66)	1.90	.069	25
Bewusstsein für TRM	3.13 (0.63)	3.22 (0.60)	1.09	.359	27
Gestaltung der Sicherheit am Arbeitsplatz	3.45 (0.67)	3.11 (0.79)	2.01	.057	23
Anteil des Trainings am Erwerb von Sicherheitskompetenzen	38.40 (22.63 %)	32.08 % (20.74 %)	1.32	.199	24

H1b: ...Aufrechterhaltung der TRM-Kompetenzen über das Training hinweg.

Die Auswertung von H1b ist in Tabelle 12 aufgeführt. Weder die Einsatzhäufigkeit der TRM-Werkzeuge noch die Anwendung der TRM-Kompetenzen am Arbeitsplatz unterschieden sich im Prä-post-Vergleich, wodurch eine Aufrechterhaltung der Kompetenzen über das Training hinweg angenommen werden kann.

Tabelle 12: Auswertungsergebnisse der Hypothese H1b

Instrument	Prä M (SD)	Post M (SD)	T	p	N
Einsatz TRM-Werkzeuge					
Zwei-Wege-Kommunikation	4.10 (1.74)	4.25 (1.77)	0.53	.603	19
Briefing	4.05 (1.43)	4.30 (1.81)	0.63	.536	20
STAR	3.45 (1.23)	3.00 (1.56)	1.58	.131	19
Vier-Augen-Prinzip	4.30 (1.49)	4.30 (1.30)	0.00	1.00	20
STOP	3.05 (1.57)	2.40 (1.64)	1.66	.114	19
Feedback	3.50 (1.15)	3.95 (1.39)	1.31	.206	20
TRM-Kompetenzen					
Situationsbewusstsein	2.25 (0.61)	2.21 (0.66)	0.25	.807	27
Treffen von Entscheidungen	2.25 (0.64)	2.15 (0.58)	0.79	.436	27
Stresswahrnehmung	2.57 (0.83)	2.56 (0.74)	0.60	.953	27
Bewusstsein für menschliche Fehler	2.43 (0.66)	2.34 (0.53)	0.77	.450	28
Zwei-Wege-Kommunikation	2.48 (0.71)	2.44 (0.63)	0.37	.711	27
STAR	2.02 (0.67)	1.96 (0.63)	0.61	.545	28
Vier-Augen-Prinzip	2.28 (0.80)	2.23 (0.24)	0.96	.786	26
STOP	2.09 (0.71)	2.09 (0.68)	0.00	1.00	27
Feedback	2.55 (0.69)	2.49 (0.75)	0.49	.629	27

H2: Die TRM-Box steigert die Sensibilisierung für den Umgang mit menschlichen Fehlern und das Treffen von Entscheidungen in sicherheitskritischen Situationen.

Die letzte Hypothese wurde in zwei Teile untergliedert. Um zu evaluieren, inwiefern die TRM-Box einen neuen Impuls für den Umgang mit Fehlern am Arbeitsplatz gegeben hat, wurde zunächst die Skalierung der Items von 0 bis 4 auf 1 bis 5 umkodiert. Eine univariate Varianzanalyse mit Messwiederholung auf einem Faktor zeigte keine signifikanten Haupt- oder Interaktionseffekte für die „Realistische Stresswahrnehmung“ ($F_{N=25}(1.62, 38.84) = 0.17$, $p = .798$) und „Fehler“ ($F_{N=25}(1.72, 41.24) = 0.88$, $p = .406$).

Die Mittelwerte der Prä-Erhebung betrugen für die realistische Stresswahrnehmung $M = 3.68$ ($SD = 0.79$) und für den Umgang mit Fehlern $M = 3.32$ ($SD = 0.81$). Beide Werte blieben

stabil eine Woche nach der Durchführung der zweiten Etappe mit Werten von $M_{\text{Realistische Stresswahrnehmung}} = 3.76$ (SD = 0.98) und $M_{\text{Fehler}} = 3.28$ (SD = 0.61). Nach Abschluss des Trainings blieben die Werte nahe den Ausgangswerten und zeigten somit keine signifikante Veränderung, mit $M_{\text{Realistische Stresswahrnehmung}} = 3.76$ (SD = 0.56) und $M_{\text{Fehler}} = 3.45$ (SD = 0.54). Die Analyseergebnisse konnten die Hypothese, dass die TRM-Box die Sensibilisierung für den Umgang mit Fehlern und die Wahrnehmung von Stress in sicherheitskritischen Situationen signifikant erhöht, nicht bestätigen.

Die Auswertung des Situational Judgement Tests ($M_{\text{PRÄ}} = 2.36$ (SD = 0.42); $M_{\text{POST}} = 2.35$ (SD = 0.37) ergab keine signifikante Veränderung der Leistung mit $T_{\text{einseitig}}(22) = 0.14$, $p = .p = .445$. Bei der Überprüfung auf Item-Ebene konnte lediglich ein signifikanter Anstieg bei der vierten Testfrage verzeichnet werden ($M_{\text{PRÄ}} = 3.36$ (SD = 0.70); $M_{\text{POST}} = 3.72$ (SD = 0.46); $T_{\text{einseitig}}(24) = 3.17$, $p = .004$). Die Analyse der Veränderungswerte pro Item (vgl. FERREIRA/ALMEIDA/LUIZ 2013) zeigte, dass 18,75 Prozent der TN bei der ersten Fallvignette eine Leistungssteigerung und 17,02 Prozent einen Leistungsabfall verzeichneten. Für die zweite Fallvignette lag die Leistungssteigerung bei 17,54 Prozent und der Leistungsabfall bei 6,00 Prozent. Bei der dritten Fallvignette wurden jeweils 4,92 Prozent Leistungssteigerung und 1,69 Prozent Leistungsabfall festgestellt. Für die vierte Fallvignette wurden ausschließlich Leistungszunahmen (13,24 %) beobachtet. Insgesamt konnte somit mehr Leistungszuwachs als Leistungsabfall beobachtet werden, wobei die Item-Schwierigkeiten variierten.

Zusammenfassend lässt sich zeigen, dass das Auffrischungstraining positiv bewertet wird, auch wenn keine Kompetenzsteigerung im Prä-post-Test-Vergleich beobachtet werden konnte.

3.2.6 Diskussion

Die vorliegende Studie diente der Evaluation eines Auffrischungstrainings für nicht technische Kompetenzen. Die Prüfung der ersten Hypothese zeigt, dass die entwickelte Intervention sich bezüglich der Trainingsevaluation nicht vom ursprünglichen TRM-Training von Covestro unterscheidet. Obwohl die Ergebnisse keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Trainings zeigen, bleibt zu berücksichtigen, dass der Evaluationszeitpunkt für beide Trainingsprogramme unterschiedlich gewählt wurde. Während das TRM-Training erst sechs Monate nach Abschluss bewertet wurde, fand die Evaluation der TRM-Box unmittelbar nach der Durchführung statt. Dieser zeitliche Unterschied könnte die Einschätzungen beeinflusst haben, da die TN durch den längeren Zeitraum nach dem initialen Training möglicherweise stärker in die langfristige Anwendung der gelernten Inhalte eingebunden waren. Zusätzlich war die TRM-Box primär als Auffrischung und erst sekundär als Impuls für weiteren Kompetenzerwerb konzipiert. Die Ergebnisse der ersten Hypothese unterstützen somit die Annahme, dass durch die TRM-Box kein Kompetenzverfall stattgefunden hat.

Diese Interpretation unterliegt strengen Limitationen. Durch das Fehlen einer Kontrollgruppe kann keine Aussage darüber getroffen werden, ob bei Abwesenheit der TRM-Box ein Kompetenzverfall stattgefunden hätte.

Im Gegensatz zu den Erwartungen konnten die Ergebnisse zur Überprüfung der zweiten Hypothese keine signifikante Wirkung der TRM-Box-Intervention auf die realistische Stresswahrnehmung und den Umgang mit Fehlern im Arbeitsumfeld zeigen. Dies deutet darauf hin, dass die Kurzintervention möglicherweise nur einen begrenzten Effekt auf das Bewusstsein für stress- und fehlerkritische Aspekte im Arbeitsalltag hatte, der jedoch nicht ausreichend stabil oder nachhaltig war, um über längere Zeiträume hinweg eine signifikante Wirkung zu erzielen. Im Hinblick auf die Entscheidungsfindung in sicherheitsrelevanten Situationen zeig-

te der Situational Judgement Test ebenfalls keine signifikanten Leistungssteigerungen über die Gesamtergebnisse hinweg. Lediglich eine spezifische Testfrage wies eine signifikante Verbesserung auf, was darauf hinweisen könnte, dass die Intervention lediglich punktuelle, aber nicht umfassende Verbesserungen in der Entscheidungsfindung unterstützte. Der isolierte Anstieg bei dieser Frage könnte auf spezifische Inhalte der Etappe zurückzuführen sein, die gezielt angesprochen wurden und daher kurzfristig eine Sensibilisierung für diese eine Situation bewirkten. Jedoch waren diese punktuellen Effekte nicht umfassend genug, um sich in den Gesamtergebnissen des Tests widerzuspiegeln. Zusammengefasst weisen die Ergebnisse darauf hin, dass die TRM-Box zwar punktuell das Bewusstsein für sicherheitskritische Fehler und Entscheidungen stärken kann, jedoch keine nachhaltige oder umfassende Veränderung in der Fehler- und Stresswahrnehmung sowie in der Entscheidungsfindung bewirkt. Künftige Studien könnten untersuchen, ob eine längere oder intensivere Intervention oder eine gezieltere Fokussierung auf spezifische Entscheidungssituationen zu einer signifikanten und langfristigen Sensibilisierung beitragen könnte.

Herausforderungen der Feldforschung

Die Datenerhebung im Rahmen der Feldforschung war mit mehreren Herausforderungen verbunden. Ursprünglich sollte ein weiterer (erster) Messzeitpunkt direkt nach dem TRM-Training einbezogen werden. Dadurch hätte der Kompetenzverfall in den sechs Monaten zwischen den beiden Trainings untersucht werden können und somit hätte eine akkuratere Aussage darüber getroffen werden können, inwiefern die TRM-Box den Kompetenzaufrechterhalt fördert. Eine weitere Limitation entstand dadurch, dass die Evaluation der dritten Etappe nicht wie bei den vorherigen eine Woche später stattfand, sondern direkt nach Ende des Trainings. Diese Entscheidung war mit der Herausforderung verbunden, ein On-the-Job-Training für Schichtarbeiter/-innen zu erstellen. Durch den Wechsel von Tag-, Abend- und Nachtschicht mit entsprechenden Ruhezeiten und den spezifischen Anforderungen an die einzelnen Schichtzeiten konnte für die Untersuchung vor Ort nicht mehr Zeit zur Verfügung gestellt werden. Des Weiteren variierten die Abstände zwischen den einzelnen Trainingseinheiten je Gruppe, wodurch eine Standardisierung nicht möglich war. Eine weitere Schwierigkeit ergab sich durch die Erhebung mittels Papierfragebögen. Im Schichtbetrieb ist es oftmals nicht realistisch, genügend technische Geräte zur Verfügung zu stellen, um Umfragen digital durchzuführen. Papierfragebögen sind anfälliger für das Auslassen von Werten und uneindeutige Antwortmuster wie z. B. das Ankreuzen mehrerer Antworten. Dies wurde weiterhin dadurch erschwert, dass keine Testleiterin aus dem Untersuchungsteam bei der Erhebung vor Ort sein konnte. So konnte im Nachhinein nicht festgestellt werden, ob fehlende Werte dadurch entstanden, dass TN z. B. bei einer der Etappen fehlten, oder dadurch, dass eine Frage nicht verstanden wurde oder tatsächlich eine Person eine bestimmte Frage nicht beantworten wollte. In der Auswertung wurde damit umgegangen, indem TN nicht einbezogen wurden, sobald sie auf dem entsprechenden Instrument mindestens einen Fehlwert aufwiesen. Das schmälerete wiederum je nach Test die Teilnehmerzahl von 45 auf 17 bis 25 Personen.

Relevanz für die Praxis

Trotz der Limitationen, die nicht ungewöhnlich für Feldstudien sind, konnte gezeigt werden, dass sich die TRM-Box zur Auffrischung der unternehmensspezifischen TRM-Inhalte eignet. Besonders an diesem Trainingskonzept ist die hohe Adaptation an den Schichtbetrieb. Die Intervention ist so designt, dass sie ohne aufwendige Ressourcen wie die Buchung von Trainings-

räumen, fehlende Arbeitszeiten durch ganztägige Trainings und das Engagement eines Trainers/einer Trainerin auskommt. Damit ist sie nach dem damit verbundenen Initialaufwand kostengünstig für die Organisation. Auf der Individual- und Teamebene ergeben sich ebenfalls Vorteile. Der Verbleib der Materialien im Team sorgt zum einen dafür, dass neue Kollegen/Kolleginnen unschwerfällig an das Thema TRM herangeführt werden können. Zum anderen können Anekdoten und Erlebnisse aus dem Betrieb verwendet werden, um die Materialien auszuweiten und sie somit so gruppenspezifisch wie möglich weiterzuentwickeln. Der Gamification-Ansatz kann weiterhin dafür sorgen, dass die intrinsische Motivation zur mehrfachen Rezeption der Materialien gesteigert wird.

4 Gesamtfazit

Basierend auf den durchgeführten Analysen und Feldstudien werden im Folgenden die zu Beginn gestellten Forschungsfragen beantwortet:

2. Welche Maßnahmen eignen sich zur Verhinderung des automatisierungsbedingten Kompetenzverlustes bei den als problematisch identifizierten Arbeitsaufgaben?

2.1. Welche Auffrischungsinterventionen werden in anderen Berufen bereits (erfolgreich) eingesetzt?

- ▶ Überwiegend werden Auffrischungsinterventionen für die Einhaltung von Regularien (Standard Operating Procedures) in NRS sowie für Erste-Hilfe-Schulungen eingesetzt. Der menschliche Faktor hinsichtlich Wissen, Einstellungen und Kompetenzen wird in der chemischen und pharmazeutischen Industrie kaum adressiert.
- ▶ Dieser Fokus findet sich eher in Auffrischungsinterventionen der See- und Luftfahrt-industrie. Trainings von Piloten/Pilotinnen, basierend auf den ICAO-Kompetenzen, können als Anwendungsbeispiel für die Entwicklung von Auffrischungsinterventionen verwendet werden.
- ▶ Problematisch ist bisher die fehlende Transparenz bezüglich der Trainingsinhalte und Lernziele für Außenstehende, weil viele bestehende Trainings nicht wissenschaftlich evaluiert und der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt werden.

2.2. Welche dieser Interventionen eignet sich methodisch und arbeitsorganisatorisch auch für die untersuchten Produktionsberufe?

- ▶ Der Ansatz des Crew-Ressource-Managements (aus der Luftfahrt) eignet sich für die Übertragung auf andere Kontexte, da er zentral darauf abzielt, überfachliche Kompetenzen, Sicherheitsbewusstsein und förderliche Einstellungen zu stärken.

2.3. Wie ist die Akzeptanz der Interventionen?

- ▶ Für die Beantwortung der Frage wurden zwei Auffrischungstrainings evaluiert. Die Akzeptanz war bei beiden gegeben. Das Training für technische Kompetenzen wurde sehr positiv bewertet. Das Training für nicht technische Kompetenzen wurde gut bewertet und gliederte sich sehr gut in das bestehende Trainingsprogramm des Unternehmens ein.

2.4. Wie gut lassen sie sich in den Arbeitsalltag integrieren?

- ▶ Die Integrationsmöglichkeiten in den Arbeitsalltag waren sehr hoch. Das technische Training war zwar ein Off-the-Job-Training, konnte aber aufgrund der kurzen Dauer von 30 Minuten flexibel an den Arbeitsalltag adaptiert werden. Das zweite Training wurde so entwickelt, dass es sogar während der Arbeitszeit ohne zusätzlichen Ressourcenaufwand durchgeführt werden konnte.

2.5. Wie wirksam sind diese Interventionen?

- ▶ Die Interpretation der Wirksamkeit wird durch den Charakter der Feldstudien eingeschränkt. Trotzdem können folgende Aussagen getroffen werden:
 - ▶ VR-Interventionen von einer Dauer von ca. 30 Minuten sind geeignet, um technische Kompetenzen aufzufrischen.

- ▶ Durch einen On-the-Job-Gamification-Ansatz können durch kurze Interventionen nicht technische Kompetenzen erfolgreich aufgefrischt werden.
- ▶ Der Erfolg von Auffrischungstrainings hängt von der Anpassung der Inhalte an den spezifischen Betrieb ab.

2.6. Wie kostenintensiv sind diese Interventionen?

- ▶ Durch die kurze Dauer, die für die einzelnen Trainingsinterventionen 30 Minuten betrug, sind Auffrischungstrainings kostengünstig, weil sie folgende Ressourcen nur in geringem Maße nutzen: Räumlichkeiten, Begleitung durch externe oder interne Trainer/innen, Arbeitszeit.
- ▶ Der Gamification-Ansatz der TRM-Box erlaubt sogar die Generierung von neuen Trainingsinhalten durch die Trainees, die wiederum in die Unternehmensstrukturen integriert werden können.

Literaturverzeichnis

- AICHE ACADEMY (Hrsg.): DIPPR project ESP – Environmental and safety properties. 2022a. URL: <https://www.aiche.org/dippr/projects/ESP> (Stand: 14.01.2025)
- AICHE ACADEMY (Hrsg.): HAZOP studies and other PHA techniques for process safety and risk management. 2022b. URL: <https://www.aiche.org/academy/courses/ch157/hazop-studies-and-other-pha-techniques-process-safety-and-risk-management> (Stand: 14.01.2025)
- AMC SEARCH (Hrsg.): Certificate of competency (COC) continued competence refresher.2022. URL: <https://www.amcsearch.com.au/course/certificate-of-competency-continued-competence-refresher-training> (Stand: 14.01.2025)
- ARTHUR JR, Winfred; BENNETT JR, Winston; STANUSH, Pamela L.; McNELLY, Theresa L.: Factors That Influence Skill Decay and Retention: A Quantitative Review and Analysis. In: Human Performance 11 (1998) 1, S. 57–101
- BJORK, Robert A.; BJORK, Elizabeth L.: Optimizing treatment and instruction: Implications of a new theory of disuse. In: NILSSON, Lars-Göran G.; OHTA, Nobuo (Hrsg.): Memory and society: Psychological perspectives. New York 2006, S. 109–134
- CAREER.AERO (Hrsg.): Competence refresher. 2022. URL: <https://www.career.aero/site/de/product/aviation-professionals-competence-refresher> (Stand: 07.09.2022)
- CONEIN, Stephanie; FELKL, Thomas: Kompetenzerhalt für Nicht-Routine-Situationen an hochautomatisierten Arbeitsplätzen der chemischen und pharmazeutischen Produktion. In: Zeitschrift für Arbeitswissenschaft 77 (2023) 2, S. 230–242
- CONEIN, Stephanie; FELKL, Thomas; BLUM, Thomas: Kompetent für den Ernstfall?! Ergebnisse des Projekts „Kompetenzerhalt für Nicht-Routine-Tätigkeiten in digitalen Arbeitsumgebungen: Studien anhand der Berufe Chemikant/-in und Pharmakant/-in“ (Teil 1). Bonn 2025
- CSO PHARMA CONSULTING GMBH (Hrsg.): Pharmacovigilance training. 2022. URL: <https://www.cso-pharma.eu/en/training/pv-training.html> (Stand: 14.01.2025)
- DEUTSCHE WINDGUARD (Hrsg.): Safety trainings (refresher). 2022. URL: <https://www.windguard-training.de/safety-trainings-refresher.html> (Stand: 14.01.2025)
- EASA – EUROPEAN UNION AVIATION SAFETY AGENCY (Hrsg.): ‘AMC and GM to Part-ORO — Issue 2, amendment 4’. Köln 2015. URL: <https://www.easa.europa.eu/en/downloads/20242/en> (Stand: 14.01.2025)
- EHEST – EUROPEAN HELICOPTER SAFETY TEAM (Hrsg.): Teaching and testing in flight simulation training devices (FSTD). Köln 2015a. URL: <https://www.easa.europa.eu/en/downloads/22636/en> (Stand: 14.01.2025)
- EHEST– EUROPEAN HELICOPTER SAFETY TEAM (Hrsg.): Training and testing of emergency and abnormal procedures in helicopters. Köln 2015b. URL: <https://www.easa.europa.eu/en/downloads/22633/en> (Stand: 14.01.2025)
- ELSBECKER, Gerrit; KLUGE, Anette: Können Arbeitssicherheitsseminare (allein) das Verhalten nachhaltig verändern? Beitrag auf dem Frühjahrskongress der GfA, in Krefeld, 28.2.–1.3.2013. Dortmund 2013, S. 275–278
- FERREIRA, Mario L. P.; ALMEIDA, Renan M. V. R.; LUIZ, Ronir R.: A new indicator for the measurement of change with ordinal scores. In: Quality of life research: an international journal of quality of life aspects of treatment, care and rehabilitation 22 (2013) 8, S. 1999–2003
- FIELD, J. N.; BOLAND, E. J.; VAN ROOIJ, J. M., MOHRMANN, J. F. W.; SMELTING, J. W.: Startle effect management. Köln: 2015. URL: <https://www.easa.europa.eu/en/downloads/67174/en> (Stand: 14.01.2025)
- FRACARO, Sofia Garcia: Effectiveness of immersive learning technologies for training of operators in the chemical industry. 2022. URL: <https://lirias.kuleuven.be/retrieve/684851> (Stand: 14.01.2025)

- FRACARO, Sofia Garcia; CHAN, Philippe; GALLAGHER, Timothy; TEHREEM, Yusra; TOYODA, Ryo; BERNARTS, Kristel; GLASSEY, Jarka; PFEIFFER, Thies; SLOF, Bert; WACHSMUTH, Sven; WILK, Michael: Towards design guidelines for virtual reality training for the chemical industry. In: Education for Chemical Engineers 36 (2021), S. 12–23
- HAGEMANN, Vera: Trainingsentwicklung für High Responsibility Teams. Lengerich 2011
- HAGEMANN, Vera; KLUGE, Annette; RITZMANN, Sandrina: High Responsibility Teams – Eine systematische Analyse von Teamarbeitskontexten für einen effektiven Kompetenzerwerb. In: Psychologie des Alltagshandelns 4 (2011) 1, S. 22–42
- Halldale Group (Hrsg.): Partnership brings VR aerial lift training to Australia. 2022. URL: <https://www.halldale.com/articles/19581-sct-partnership-brings-vr-aerial-lift-training-to-australia> (Stand: 14.01.2025)
- ICHEME (Hrsg.): Human factors in health and safety. 2022a. URL: www.icheme.org/media/18208/human-factors-2022-brochure-newlogo.pdf (Stand: 02.09.2022)
- ICChemE (Hrsg.): Managing human factors. 2022b. URL: <https://www.icheme.org/training-events/training/courses-a-z/human-factors-module-1/> (Stand: 02.09.2022)
- JANICAK, Christopher A.: Predicting accidents at work with measures of locus of control and job hazards. In: Psychological Reports 78 (1996) (1), S. 115–121
- JIMENEZ, Camilo; KASPER, Karissa; RIVERA, Javier; TALONE, Andrew B.; JENTSCH, Florian: Crew Resource Management (CRM). In: Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting 59 (2015) 1, S. 946–950
- KLOSTERMANN, Marina; CONEIN, Stephanie; FELKL, Thomas; KLUGE, Annette: Factors Influencing Attenuating Skill Decay in High-Risk Industries: A Scoping Review. In: Safety 8 (2022) 2, S. 22
- KLUGE, Anette; FRANK, Barbara: Counteracting skill decay: four refresher interventions and their effect on skill and knowledge retention in a simulated process control task. In: Ergonomics 57 (2014) 2, S. 175–190
- LIN, Fuhua; YE, Lan; DUFFY, Vincent G.; SU, Chuan-Jun: Developing virtual environments for industrial training. In: Information Sciences 140 (2002) 1-2, S. 153–170
- MAERSK TRAINING (Hrsg.): GWO advanced rescue training refresher. 2022a. URL: <https://www.maersktraining.com/courses/gwo-advanced-rescue-training-refresher> (Stand: 13.05.2025)
- MAERSK TRAINING (Hrsg.): GWO fire awareness refresher. 2022b. URL: <https://maersktraining.com/courses/gwo-fire-awareness-refresher> (Stand: 06.05.2025)
- MAERSK TRAINING (Hrsg.): GWO Working at Heights and Manual Handling Combined Refresher. 2022c. URL: <https://maersktraining.com/courses/gwo-working-at-heights-and-manual-handling-combined-refresher> (Stand: 06.05.2025)
- MAERSK TRAINING (Hrsg.): GWO offshore basic safety training refresher. 2022d. URL: <https://web.archive.org/web/20220706202240/https://www.maersktraining.com/course/gwo-offshore-basic-safety-training-refresher-2/> (Stand: 13.05.2025)
- MAERSK TRAINING (Hrsg.): GWO sea survival refresher. 2022e. URL: <https://maersktraining.com/courses/gwo-sea-survival-refresher> (Stand: 13.05.2025)
- MAERSK TRAINING (Hrsg.): GWO working at heights and manual handling combined refresher. 2022f. URL: <https://www.maersktraining.com/courses/gwo-working-at-heights-and-manual-handling-combined-refresher> (Stand: 13.05.2025)
- MAERSK TRAINING (Hrsg.): OIM legislation refresher. 2022g. URL: <https://maersktraining.com/courses/oim-legislation-refresher> (Stand: 13.05.2025)
- MAERSK TRAINING (Hrsg.): Privacy and cookie policy. 2022h. URL: <https://terms.maersk.com/cookies> (Stand: 06.05.2025)
- MARIANI, Marco G.; VIGNOLI, Michela; CHIESA, Rita; VIOLANTE, Francesco S.; GUGLIELMI, Dina: Improving Safety through Non-Technical Skills in Chemical Plants: The Validity of a Questionnaire for the Self-Assessment of Workers. In: International journal of environmental research and public health 16 (2019) 6, o. S.

- MERCK KGAA (Hrsg.): We are Merck. 2023. URL: <https://www.merckgroup.com/en/company.html> (Stand: 14.01.2025)
- MTI SCHMIDT (Hrsg.): GMP-Refresher 002-GMP-R. 2022. URL: <https://www.mti-schmidt.com/aus-weiterbildung/gmp-training-fuer-pharma-und-chemie/gmp-refresher-training> (Stand: 14.01.2025)
- NORRIS, Michael W.; SPICER, Kristen; BYRD, Traci: Virtual reality: The new pathway for effective safety Training. In: Professional Safety 64 (2019) 06, S. 36–39
- OFFTEC (Hrsg.): GWO Basic Safety Training Refresher. 2022. URL: <https://www.offtec.de/en/trainingskatalog/safetytrainings/gwo-manual-handling-refresher> (Stand: 06.05.2025)
- Pfeiffer, Sabine; Suphan, Anne: Der AV-Index. Lebendiges Arbeitsvermögen und Erfahrung als Ressourcen auf dem Weg zu Industrie 4.0. Working Paper 2015 #1 Finalfassung. Universität Hohenheim 2015. URL: <https://www.sabine-pfeiffer.de/files/downloads/2015-Pfeiffer-Suphan-final.pdf> (Stand: 12.05.2025)
- REASON, James: Human Error. Cambridge 1990
- RITZMANN, Sandrina; HAGEMANN, Vera; KLUGE, Annette: The Training Evaluation Inventory (TEI) – Evaluation of Training Design and Measurement of Training Outcomes for Predicting Training Success. In: Vocations and Learning 7 (2014) 1, S. 41–73
- ROSS, Sarah Jane: Assessing cognitive function in airline pilots: The importance of neuropsychological assessment. In: BOR, Robert; ERIKSEN, Carina; OAKES, Margaret; SCRAGG, Peter (Hrsg.): Pilot mental health assessment and support. A practitioner's guide. London, New York 2017, S. 116–130
- RWL GERMAN FLIGHT ACADEMY (Hrsg.): Refresher training. 2022. URL: https://www.rwl-flight.de/flight-training/vorbereitungstrainings/refresher_training (Stand: 14.01.2025)
- SINFONY (Hrsg.): Finally, an attractive GMP training course! 2022. URL <https://www.sinfony.eu/en/finally-an-attractive-gmp-training> (Stand: 14.01.2025)
- TEHREEM, Yusra; FRACARO, Sofia G.; GALLAGHER, Timothy; TOYODA, Ryo; BERNAERTS, Kristel; GLASSEY, Jarka; ABEGAO, Fernando R.; WACHSMUTH, Sven; WILK, Michael; PFEIFFER, Thies: May I Remain Seated: A Pilot Study on the Impact of Reducing Room-Scale Trainings to Seated Conditions for Long Procedural Virtual Reality Trainings. In: 2022 8th International Conference on Virtual Reality (ICVR). Piscataway, NJ 2022, S. 62–71
- THE BROOKS GROUP (Hrsg.): Refresher training enhances retention by 35 %. Do you need one? 2022. URL: <https://thebrooksgrouponline.com/2021/06/01/refresher-training-enhances-retention-by-35-do-you-need-one> (Stand: 14.01.2025)
- TÜV SÜD AKADEMIE (Hrsg.): Industry systems – Refresher functional safety: Auffrischkurs zu den Normen zur Funktionalen Sicherheit. 2022. URL: <https://www.tuvsud.com/de-de/store/akademie/seminare-technik/funktionale-sicherheit/industry-systems/3619206> (Stand: 14.01.2025)
- UMWELTBUNDESAMT (Hrsg.): Störfälle und sonstige meldepflichtige Betriebsstörungen. 2022: URL: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/umwelt-wirtschaft/industrie/stoerfaelle-sonstige-meldepflichtige#meldepflichtige-ereignisse-in-etwa-1-prozent-aller-betriebsbereiche> (Stand: 14.01.2025)
- VCI – VERBAND DER CHEMISCHEN INDUSTRIE E. V. (Hrsg.): Training im Gefahrguttransport. 2021. URL: <https://www.vci.de/ergaenzende-downloads/211214-lf-training.pdf> (Stand: 14.01.2025)
- WEBB, Bob; ANGEL, Harry: Maintaining skills and knowledge at work. In: The Ergonomist (2018) 11, S. 22–23
- WIENER, Earl L.; CURRY, Renwick E.: Flight-deck automation: promises and problems. In: Ergonomics 23 (1980) 10, S. 995–1011

Verzeichnis der Autorinnen und Autoren

Dr. Olga Vogel

Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehrstuhl für Arbeits-, Organisations- und Wirtschaftspsychologie der Ruhr-Universität Bochum

olga.vogel@ruhr-uni-bochum.de

Anna-Lena Emmi Gabriel

Wissenschaftliche Hilfskraft am Lehrstuhl für Arbeits-, Organisations- und Wirtschaftspsychologie der Ruhr-Universität Bochum

anna-lena.gabriel@ruhr-uni-bochum.de

Prof. Dr. Annette Kluge

Leiterin des Lehrstuhls für Arbeits-, Organisations- und Wirtschaftspsychologie der Ruhr-Universität Bochum

annette.kluge@ruhr-uni-bochum.de

Abstract

In Hochrisikoorganisationen kann Fertigkeitsverlust in Nicht-Routine-Situationen erhebliche Risiken verursachen. Um Schäden zu vermeiden, müssen Bediener/-innen dazu imstande sein, relevante Kompetenzen, die aufgrund der hohen Technisierung selten abgerufen werden, dennoch fehlerfrei anzuwenden. In der chemischen und pharmazeutischen Industrie gibt es bisher keine vorgeschriebenen Auffrischungstrainings, wie sie in der Luftfahrt sowie in der Kernenergieindustrie üblich sind. Ziel des Teilprojektes war die Anwendung und experimentelle Evaluation von Auffrischungstrainings im betrieblichen Kontext. Dies wurde in Zusammenarbeit mit Praxispartnern in Form eines auf Virtual Reality basierenden Trainings für technische und einem durch Gamification gestützten Training für nicht technische Kompetenzen umgesetzt. Die Effekte dieser Trainings wurden in zwei separaten Studien untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass Auffrischungstrainings zum Erhalt von Fähigkeiten und zur Reduzierung von Fehlern in Notfallsituationen beitragen können.

In high-risk organizations, skill decay in non-routine situations can pose significant safety risks. To prevent harm, operators must be able to reliably apply relevant competencies – even those that are rarely used due to high levels of automation. Unlike the aviation and nuclear power sectors, the chemical and pharmaceutical industries currently lack mandatory refresher training programs. This subproject aimed to implement and experimentally evaluate refresher training in an operational context. In collaboration with industry partners, a virtual reality-based training program was developed to support technical skills, while a gamified training approach was used for non-technical competencies. The effectiveness of these trainings was assessed in two separate studies. Results indicate that refresher training can help maintain critical skills and reduce errors in emergency situations.



In Hochrisikoorganisationen kann Fertigkeitsverlust in Nicht-Routine-Situationen erhebliche Risiken verursachen. Um Schäden zu vermeiden, müssen Bediener/-innen dazu imstande sein, relevante Kompetenzen, die aufgrund der hohen Technisierung selten abgerufen werden, dennoch fehlerfrei anzuwenden. In der chemischen und pharmazeutischen Industrie gibt es bisher keine vorgeschriebenen Auffrischungstrainings, wie sie in der Luftfahrt sowie in der Kernenergieindustrie üblich sind. Ziel des Teilprojektes war die Anwendung und experimentelle Evaluation von Auffrischungstrainings im betrieblichen Kontext. Dies wurde in Zusammenarbeit mit Praxispartnern in Form eines auf Virtual Reality basierenden Trainings für technische und einem durch Gamification gestützten Training für nicht technische Kompetenzen umgesetzt. Die Effekte dieser Trainings wurden in zwei separaten Studien untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass Auffrischungstrainings zum Erhalt von Fähigkeiten und zur Reduzierung von Fehlern in Notfallsituationen beitragen können.

Bundesinstitut für Berufsbildung
Friedrich-Ebert-Allee 114 – 116
53113 Bonn

Telefon +49 228 107-0

Internet: www.bibb.de
E-Mail: zentrale@bibb.de



ISBN 978-3-8474-2809-1