



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

FAKULTÄT LIFE SCIENCE

Bachelorarbeit

Die Relevanz des Konstrukts Situation Awareness für den Rettungsdienst unter Berücksichtigung von Messverfahren

vorgelegt von

Marieke Junge

1920154

Studiengang Rescue Engineering

Hamburg, 12. November 2012

Gutachter: Prof. Marc Schütte (HAW Hamburg)
Gutachter: Prof. Bernd Kellner (HAW Hamburg)

Eigenständigkeitserklärung

Ich versichere hiermit, dass ich die vorliegende Bachelorarbeit mit dem Thema: „**Die Relevanz des Konstrukts Situation Awareness für den Rettungsdienst unter Berücksichtigung von Messmethoden**“ ohne fremde Hilfe selbstständig verfasst und nur die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe. Wörtlich oder dem Sinn nach aus anderen Werken entnommene Stellen sind unter Angabe der Quellen kenntlich gemacht.

Ort/Datum

Unterschrift

Inhaltsverzeichnis

ABBILDUNGSVERZEICHNIS	VII
TABELLENVERZEICHNIS	VII
1 EINLEITUNG.....	1
2 DAS KONSTRUKT SITUATION AWARENESS	3
2.1 Was ist Situation Awareness?	3
2.2 Wie entsteht Situation Awareness?	5
2.2.1 Schemata und mentale Modelle	6
2.2.2 Die besondere Funktion von Aufmerksamkeit.....	8
2.3 Beeinflussende Faktoren	9
2.3.1 Grundlegende Faktoren.....	10
2.3.2 Situationsbezogene Faktoren.....	10
2.3.3 Persönliche Faktoren.....	11
2.4 Team-SA	12
3 SITUATION AWARENESS UND KOMPLEXE ARBEITSBEREICHE.....	15
3.1 Charakteristika eines komplexen Arbeitsbereichs.....	15
3.2 Die Bedeutung von Situation Awareness für komplexe Arbeitsbereiche.....	16
3.2.1 Situation Awareness in der Militärluftfahrt	17
3.2.2 Situation Awareness im Rettungsdienst	18
4 METHODENANFORDERUNGEN ZUR MESSUNG VON SITUATION AWARENESS	21
4.1 Gütekriterien.....	21
4.1.1 Objektivität	21
4.1.2 Reliabilität	21
4.1.3 Validität	22
4.2 Weitere Methodenanforderungen	22
4.2.1 Unaufdringlichkeit.....	22
4.2.2 geringes Priming.....	23
4.2.3 Einfachheit.....	23
4.3 Variablenbeschreibung	23
5 BESTEHENDE METHODEN ZUR MESSUNG VON SITUATION AWARENESS ...	26
5.1 Subjektive Messmethoden.....	26
5.2 Explizite Messmethoden	27

5.3	Implizite Messmethoden.....	28
5.4	Ausgewählte Messmethoden und ihre Anwendbarkeit auf den Rettungsdienst	29
5.4.1	<i>SART</i>	29
5.4.2	<i>C-SAS</i>	31
5.4.3	<i>SAGAT</i>	32
5.4.4	<i>SPAM</i>	34
5.4.5	<i>SALIENT</i>	35
6	METHODENVORSCHLAG FÜR DEN RETTUNGSDIENST	38
6.1	Methodenauswahl.....	38
6.2	Anpassung von SALIENT auf den Rettungsdienst	38
6.2.1	<i>Sammlung von Verhaltensindikatoren</i>	39
6.2.2	<i>Entwicklung von Szenario-Ereignissen</i>	40
6.2.3	<i>Identifizierung von spezifischen, beobachtbaren Reaktionen</i>	41
6.2.4	<i>Entwicklung eines Drehbuchs</i>	44
6.2.5	<i>Entwicklung eines Beobachter-Formulars</i>	44
7	FAZIT UND AUSBLICK.....	45
8	LITERATURVERZEICHNIS.....	48

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Model of SA in Dynamic Decision Making (Endsley, 1995a)	4
Abb. 2: Stimulusverarbeitung und SA-Entstehung (eigene Abb.)	6
Abb. 3: Team-SA (eigene Abb.)	12
Abb. 4: CRM-Molekül (Rall, Gaba, Howard & Dieckmann, 2009)	16
Abb. 5: statistische Abhängigkeiten im SA-Konstrukt (eigene Abb.)	24

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Verhaltensindikatoren von Team-SA	39
Tab. 2: zu erwartende, spezifische Reaktionen bei Herzkreislaufstillstand	43
Tab. 3: Beispiel für ein Beobachter-Formular	44

1 Einleitung

Das Konstrukt Situation Awareness nimmt im Bereich des Crew Resource Managements in der Luftfahrt bereits eine bedeutende Rolle ein. Ein guter Pilot muss zu jeder Zeit ein ausgeprägtes Situationsbewusstsein haben. Fehlende Situation Awareness ist einer der Hauptfaktoren in Flugunfällen, die auf menschliche Fehler zurückzuführen sind (Endsley, 1995a).

Im Rettungsdienst ist eine ähnlich komplexe Arbeitsumgebung wie in der Luftfahrt zu finden. Der Begriff Situation Awareness und dessen Bedeutung sind in diesem Aufgabenfeld allerdings weit weniger bekannt. Trotzdem ist adäquates Situationsbewusstsein für die Mitarbeiter nicht minder wichtig, denn die schnelle Auffassungsgabe, Wahrnehmung und Deutung von Informationen kann in der Notfallmedizin entscheidend für das Leben eines Patienten sein.

Es gibt viele Faktoren, die sich auf die Qualität von Situation Awareness auswirken. Wissen, Training und Erfahrung haben ebenso eine Auswirkung wie Angst, Müdigkeit und die Interaktion mit Beteiligten. Auch das Arbeitsplatzdesign, das sich z.B. in Monitoren, der Instrumentenanordnung oder der Ausstattung widerspiegelt, beeinflusst die Ausprägung von Situation Awareness. Diese Abhängigkeiten können im Umkehrschluss genutzt werden, um die Voraussetzungen und Arbeitsbedingungen, unter denen die Beschäftigten im Rettungsdienst arbeiten, zu verbessern und infolgedessen auch dem Notfallpatienten die bestmögliche Behandlung sichern zu können.

Damit der Umkehrschluss genutzt werden kann, ist eine Methode erforderlich, mit der Situation Awareness gemessen werden kann. In der Luftfahrt wurden bereits zahlreiche Methoden entwickelt, die alle verschiedene Vor- und Nachteile bergen. Nur vereinzelt findet sich hingegen Literatur, die sich mit der Messung von Situation Awareness in der Medizin befasst. Wright, Taekman und Endsley untersuchten 2004 die Anwendbarkeit einer Messmethode aus der Luftfahrt auf eine Übung mit einem Patientensimulator im Bereich Anästhesie. Für das

Arbeitsfeld Notfallmedizin gibt es allerdings keine publizierten Versuche, Situation Awareness zu messen. Dies mag daran liegen, dass die Aufgabentypen eines Piloten denen eines Anästhesisten mehr gleichen, als denen eines Rettungsdienstmitarbeiters. Pilot und Anästhesist überwachen hauptsächlich Daten und nehmen zu gewissen Zeitpunkten Handlungen vor, die für den weiteren Verlauf ihrer Aufgabenbearbeitung erforderlich sind. Der Pilot fährt zu einem bestimmten Zeitpunkt vor der Landung das Fahrwerk aus, der Anästhesist hört zu einem bestimmten Zeitpunkt auf, dem Patienten Narkotika zu verabreichen, so dass er kurz nach dem Ende der Operation aufwacht. Not- oder Zwischenfälle sind die Ausnahme. Im Rettungsdienst ist der Notfall der Normalfall. Zu Beginn des Einsatzes fehlen viele wichtige Informationen und müssen erst durch zahlreiche Handlungen erfasst werden, da außer der Einsatzmeldung keine Informationen über den Patienten vorliegen. Die Anwendung von Messmethoden aus der Luftfahrt auf den Rettungsdienst ist aufgrund dieser Unterschiede wahrscheinlich nicht ohne Modifikationen möglich.

Wie die vorhandenen Strukturen von der Luftfahrt auf den Rettungsdienst übertragen werden können, soll in dieser Arbeit untersucht werden. Eine erfolgreiche Übertragung verbessert die Voraussetzungen aller Rettungsdienstbeschäftigten, effektiv zu arbeiten und dadurch auch dem Patienten eine optimale Behandlung zu ermöglichen.

2 Das Konstrukt Situation Awareness

2.1 Was ist Situation Awareness?

„Situation Awareness“ ist ein international genutzter Begriff, der sich gegenüber „Situational Awareness“ durchgesetzt hat. Übersetzt in die deutsche Sprache bedeutet er so viel wie „Situationsbewusstsein“. Nachfolgend wird „Situation Awareness“ als SA abgekürzt und verwendet.

In der Wissenschaft gibt es zahlreiche Definitionen von SA. Da der Begriff ursprünglich aus dem Bereich der Militärluftfahrt stammt, sind viele von ihnen speziell auf dieses Arbeitsumfeld bezogen. Folgende Definition von Endsley (1988) ist dagegen auf eine Vielfalt von Einsatzgebieten anwendbar und gehört zu den am häufigsten zitierten Definitionen in der Literatur: „Situation Awareness is the perception of the elements in the environment within a volume of time and space, the comprehension of their meaning and the projection of their status in the near future“ (S. 97). SA ist demzufolge die Wahrnehmung der Elemente in der Umgebung, das Verständnis ihrer Bedeutung und die Projektion ihres Zustandes in der nahen Zukunft. Jeannot, Kelly und Thompson (2003) haben SA sehr ähnlich definiert: „SA means having an understanding of the current state and dynamics of a system and being able to anticipate future change and developments“ (S. 7).

Dominguez verglich 1994 über 20 Definitionen verschiedener Autoren miteinander und untersuchte diese auf Gemeinsamkeiten, wie z.B. wiederholt auftretende Schlagwörter. In ihrer Auswertung wird deutlich, dass der Begriff Situation Awareness sowohl als Prozess sowie als Produkt definiert wird. SA als Prozess beschreibt die Informationswahrnehmung und Aufnahme aus der Umwelt, das Einordnen der Daten sowie die Antizipation von zukünftigen Situationen. Das Produkt SA ist als das so entstandene Gesamtbild der Situation zu verstehen. Aus dem Vergleich der Definitionen leitet Dominguez (1994) folgende übergreifende Definition für SA ab: „Continuous extraction of environmental information, integration of this information with previous

knowledge to form a coherent mental picture, and the use of that picture in directing further perception and anticipating future events“ (S. 11). Übersetzt heißt dies: SA ist die stetige Extrahierung von Umweltinformationen, die Verbindung dieser Informationen mit vorher bestehendem Wissen mit dem Ziel, ein zusammenhängendes mentales Bild zu formen, und der Gebrauch dieses Bildes für die Lenkung weiterer Wahrnehmung und die Antizipation von zukünftigen Ereignissen.

In folgender Abbildung ist SA in einem Entscheidungs- und Handlungskontext dargestellt.

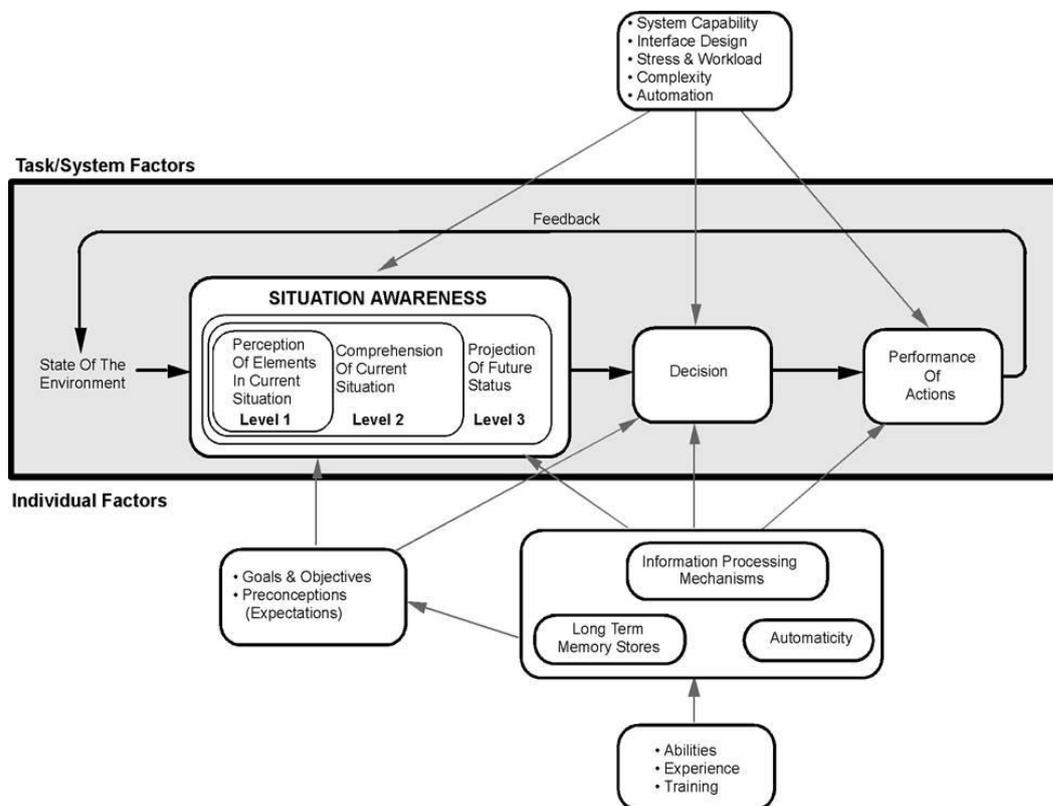


Abb. 1: Model of SA in Dynamic Decision Making (Endsley, 1995a)

Endsley (1995b) beschreibt SA im Kontext der Informationsverarbeitung in drei Ebenen. Auf der ersten Ebene werden Informationen und Daten aus der Umgebung wahrgenommen. Die vorhandenen Informationen müssen verstanden

werden (Ebene 2). Dazu gehört die Einschätzung der Bedeutung der wahrgenommenen Elemente für die aktuelle Situation. Zum einen findet die Sortierung in wichtige und weniger oder gar unwichtige Daten statt, und zum anderen erfolgt die Verknüpfung der Daten mit Hintergrundwissen, die eine Bewertung der Situation ermöglicht. Es entsteht so ein Gesamtbild der Situation. Auf der dritten Ebene werden die Daten genutzt, um mögliche zukünftige Ereignisse vorherzusagen und sich auf Eventualitäten einzustellen. Diese Projektion setzt voraus, dass die agierende Person über genug relevantes Wissen zur Situation verfügt. Dieses besteht zum einen aus erlerntem, theoretischem Wissen und zum anderen aus praktischer Erfahrung und daraus resultierenden mentalen Modellen. Diese, in der Abbildung unten dargestellten, individuellen Faktoren beeinflussen den Grad der SA ebenso wie die System- und Aufgabenfaktoren (oben). Das sind z. B. Arbeitsbelastung, Stress und Aufgabenkomplexität.

2.2 Wie entsteht Situation Awareness?

Um sich einer Situation bewusst zu sein, müssen die situationseigenen Charakteristika, die in unzähligen Daten vorliegen, verstanden werden. Wahrnehmung, Aufmerksamkeit und Gedächtnis ermöglichen den Vorgang, in dem eine einzelne Information von ihrer puren, noch unbeachteten Existenz bis zum Verständnis der Bedeutung dieses einzelnen Datenelements für den Gesamtkontext der Situation umgewandelt wird.

An erster Stelle stehen die Rezeptoren der Sinnesorgane (Augen, Ohren, Nase, Zunge und Haut) des Körpers. Stimuli aus der Umgebung werden über die jeweilig zuständigen Rezeptoren aufgenommen und über Nervenbahnen in die Bereiche des Gehirns geleitet, die für die Verarbeitung verantwortlich sind.

Die Stimulusverarbeitung und Entstehung von SA ist in Abbildung 2 dargestellt. Ein Reiz wird zunächst im sensorischen Gedächtnis gespeichert, allerdings nur für eine kurze Zeit. Erst wenn diesem Reiz Aufmerksamkeit zugeteilt wird, kann er verarbeitet werden. Die Verarbeitung geschieht im Arbeitsgedächtnis, früher auch

als Kurzzeitgedächtnis beschrieben, unter Einbeziehung von Informationen aus dem Langzeitgedächtnis. Diese sind erforderlich, um den aufgenommenen Reiz zu verstehen und seine Bedeutung einzuordnen. Im Langzeitgedächtnis befinden sich alle Erinnerungen an Erlebtes und Gelerntes. „Die Wahrnehmung ist somit an Umweltreize gebunden, lässt sich aber nicht auf das Produkt von Umweltreizen reduzieren, sondern wird von im Gedächtnis gespeicherten Erfahrungen mit gesteuert“ (Christmann, 1999, S.6).

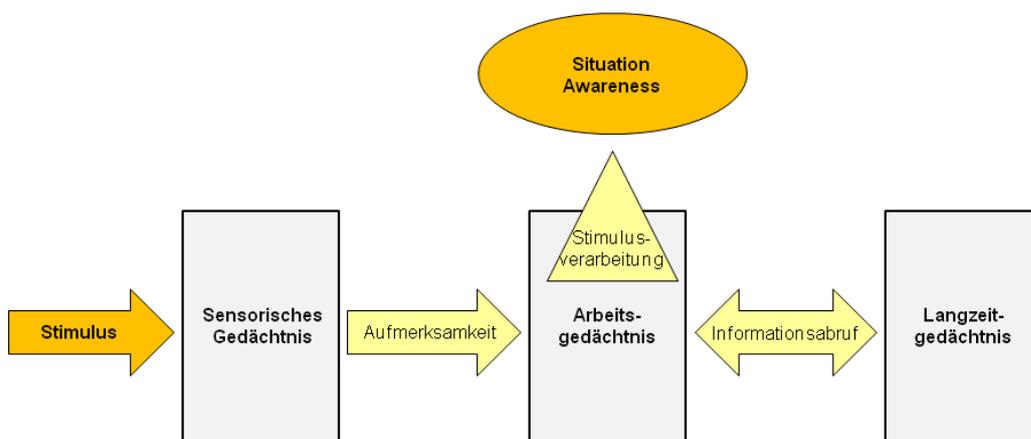


Abb. 2: Stimulusverarbeitung und SA-Entstehung (eigene Abb.)

2.2.1 Schemata und mentale Modelle

Wiederholung und Übung tragen dazu bei, dass neue Daten im Langzeitgedächtnis gespeichert werden. Dort entstehen durch wiederholt Wahrgenommenes auch Schemata oder Muster, sogenannte mentale Modelle. Sie bilden eine Art Leitfaden für die Informationsverarbeitung von wiederkehrenden Situationen und verknüpfen diese mit passenden Handlungen. Mentale Modelle sind sehr nützlich, denn „durch die Kodierung typischer Merkmale bzw. bevorzugter Abfolgen ist es uns möglich, fehlende Informationen in einer Wahrnehmung zu ergänzen oder falsche Informationen zu korrigieren und somit dem Wahrgenommenen einen für uns verständlichen Sinn zu geben“ (Klusendick, 2007, S. 112). Mentale Modelle erleichtern also grundsätzlich das Verstehen und Handeln, können aber auch zu Problemen führen, wenn eine vom Modell

abweichende Verarbeitung gefordert ist oder in einer Situation ein Muster wahrgenommen wird, das in Wirklichkeit gar nicht stimmt. Passt dann eine Information nicht in das wahrgenommene Schema, wird sie als falsch einordnet oder einfach nicht beachtet. Zur Veranschaulichung ein Fallbeispiel von Buerschaper, Hofinger und St. Pierre (2011):

Eine Notärztin wird zu einem Verkehrsunfall gerufen. An der Unfallstelle findet sie zwei ineinander gefahrene Autos mit drei verletzten Personen vor. Das eine Auto scheint von der Fahrbahn abgekommen und seitlich in das Auto mit zwei Insassen gestoßen zu sein. Die beiden Insassen des getroffenen Autos sind leichtverletzt, der Fahrer des unfallverursachenden Wagens hat äußerlich keine sichtbaren Verletzungen, ist aber tief bewusstlos mit einem nur schwach tastbaren Puls. Die Notärztin deutet die Symptome als einen Volumenmangelschock – ein häufig auftretendes Verletzungsmuster bei einem Verkehrsunfall. Dem Patienten wird daraufhin über mehrere venöse Zugänge Volumen zugeführt, er wird intubiert und kontrolliert beatmet. Trotz der Volumenzufuhr bessert sich sein Zustand jedoch nicht. Auch zugeführtes Adrenalin über eine Spritzenpumpe erzeugt keine Wirkung. Eindeutig gestaute Halsvenen veranlassen die Notärztin dazu, den Patienten auf einen Spannungspneumothorax zu überprüfen, den sie aber nach Überprüfung von weiteren, für diese Diagnose zwingenden, Auswirkungen schnell ausschließen kann. Den Hinweis des Rettungsassistenten auf eine Sternotomienarbe, die auf eine vergangene Herzoperation hindeuten kann, beachtet die Ärztin nicht. Sie nimmt zu keinem Zeitpunkt eine nicht mit dem Unfall zusammenhängende Erkrankung an, sondern bleibt trotz mehrerer Hinweise und nicht in das Bild passender Faktoren bei ihrer Anfangsdiagnose eines Volumenmangelschocks. Später in der Notaufnahme der Klinik wird herausgefunden, dass der Patient an einer Bewegungslosigkeit der Herzmuskulatur leidet (Herzinfarkt). Doch diese Erkenntnis kommt zu spät, der Patient verstirbt kurze Zeit darauf.

Wie konnte dies passieren? Die Notärztin sammelte nicht genug Informationen, um die richtige Schlussfolgerung, also die richtige Diagnose, aus den

vorhandenen Faktoren und Daten zu ziehen, sondern folgte in der Behandlungssituation zu schnell einem unpassenden mentalen Modell und hielt daran fest. Ein Volumenmangelschock ist in Zusammenhang mit einem Verkehrsunfall ein häufig auftretendes Krankheitsbild, das die Ärztin bestimmt schon einige Male erlebt und erfolgreich behandelt hat. Da häufig Erlebtes besser erinnert wird als Einmaliges, aktivierten die Schlüsselreize „Verkehrsunfall“ und „schwach tastbarer Puls“ das mentale Modell der Notärztin, das die Behandlung eines Volumenmangelschocks beinhaltet. Hinweise, die auf die Fehldiagnose hindeuteten, waren vorhanden, doch die Ärztin deutete diese entweder in einem falschen Kontext (gestaute Halsvenen = Spannungspneumothorax) oder ignorierte die Information (Sternotomienarbe) vollständig. Das falsche mentale Modell resultierte so in einem Fixierungsfehler, der mit angebrachter SA zu vermeiden gewesen wäre.

2.2.2 Die besondere Funktion von Aufmerksamkeit

Aufmerksamkeit ist der maßgebliche Faktor für die qualitative und quantitative Ausprägung von SA. Sie ist verantwortlich für die Vorgänge, die im menschlichen Körper in Gang gesetzt werden, wenn wahrgenommene Reize in inhaltlich belangvolle Informationen umgewandelt werden. Ist eine Person unaufmerksam ihrer Umwelt gegenüber, ist ihr Situationsbewusstsein sehr gering. Ist eine Person aufmerksam, kommt es darauf an, ob die gerichtete oder die geteilte Aufmerksamkeit benutzt wird. Gerichtete oder auch selektive Aufmerksamkeit ist eine wichtige Ressource zum Lösen von isolierten Aufgaben, „mit der man aus der Summe aller möglichen Wahrnehmungsinhalte eine bewusste Auswahl trifft und störende Reize ausblendet“ (Buerschaper et al., 2011, S. 121). Diese Art der Aufmerksamkeit ist die Grundvoraussetzung zur Konzentration. Geteilte Aufmerksamkeit ist hingegen die entscheidende Quelle für ein umfassendes Situationsbewusstsein, denn durch sie ist es möglich, mehrere Aufgaben gleichzeitig zu bearbeiten (Buerschaper et al., 2011). Dazu ein Beispiel: Ein Schüler sitzt in einem Klassenraum, in dem die Abiturklausur in Mathematik geschrieben wird. Draußen ist in einiger Entfernung durch die

Klassenzimmerfenster ein Tornado zu erkennen, der sich genau auf die Schule zubewegt. Hat der Schüler seine Aufmerksamkeit auf eine Aufgabe der Klausur fokussiert, hilft ihm dies diese Aufgabe zu lösen, eine gute Note in der Klausur zu bekommen und seine Abiturnote positiv zu beeinflussen. Nimmt er hingegen alle Faktoren der Situation durch geteilte Aufmerksamkeit wahr, rückt die Mathematikaufgabe als Problem in ihrer Wichtigkeit hinter das Problem des nahenden Tornados. Denn was nützt eine gute Abiturnote, wenn man selbst schon tot ist? Nachdem der Schüler durch die geteilte Aufmerksamkeit die Prioritäten der zu lösenden Probleme neu verteilt hat, wird er nun wieder gerichtete Aufmerksamkeit nutzen, um schnellstmöglich aus dem Gefahrengebiet zu kommen.

Geteilte Aufmerksamkeit hilft also, wie gezeigt, bei der Analyse der Situation, der Aufgabenerkennung, der Priorisierung der Aufgaben und im Entscheidungsprozess, in dem die verschiedenen Handlungsmöglichkeiten überprüft werden. Also in genau all den Vorgängen, die zum Entstehen von umfassender SA führen. Das anschließende Ausführen von problemlösenden Handlungen wird hingegen von gerichteter Aufmerksamkeit unterstützt.

2.3 Beeinflussende Faktoren

Zusätzlich zu den physio- und psychologisch gegebenen Grundstrukturen der menschlichen Wahrnehmung gibt es noch weitere Faktoren, die einen Einfluss auf die Qualität der SA haben. Sie beeinflussen diese, indem sie an unterschiedlichen Stellen des SA-Prozesses eingreifen. Endsley (1995a) teilt alle beteiligten Faktoren in zwei Gruppen auf, Aufgaben- und Systemfaktoren einerseits und individuelle Faktoren andererseits, zu denen sie auch die Mechanismen der Informationsverarbeitung zählt. Eine Einteilung in insgesamt vier Gruppen von Faktoren erscheint allerdings übersichtlicher. Zusätzlich zur Informationsverarbeitung, können drei Gruppen von Faktoren beschrieben werden: grundlegende Faktoren, situationsbezogene Faktoren und persönliche Faktoren.

2.3.1 Grundlegende Faktoren

Grundlegende Faktoren sind solche Faktoren, die in jedem Einsatz oder zu jeder Arbeitszeit gleich sind. Dazu gehören das theoretische Wissen, das Training, die Erfahrung und die Fertigkeiten der handelnden Person sowie das Arbeitsplatzdesign. Im Rettungsdienst z.B. würde sich Design auf die Medizinprodukte, wie Patientenmonitore, beziehen. Sind diese anwenderfreundlich konstruiert, ist es leichter und schneller möglich, wichtige Vitalparameter des Patienten abzulesen. Gutes Design kann sich also über Ebene 1 (Erkennen von Elementen der Situation) positiv auf die SA auswirken. Wissen, Training und Erfahrung sind Faktoren, die in Ebene 2 (Verständnis der Situation) und Ebene 3 (Antizipation des zukünftigen Zustands) eingreifen. Sie sind Teil des Langzeitgedächtnisses und helfen somit, Wahrgenommenes in einen Kontext einzuordnen und Handlungsoptionen abzuschätzen. Je mehr mögliche Situationen durch die drei Faktoren verinnerlicht wurden, desto höher ist die Problembewältigungskapazität einzuschätzen. Die Fertigkeiten der handelnden Person sind kein Teil seines Wahrnehmungsprozesses. Folglich wirken sie sich auch nicht auf eine der drei Ebenen aus, sondern beeinflussen SA indirekt, indem vielfältige Fertigkeiten ein größeres Handlungsspektrum eröffnen bzw. mehr Handlungsoptionen ermöglichen als begrenzte.

2.3.2 Situationsbezogene Faktoren

Einige Faktoren sind je nach Situation unterschiedlich ausgeprägt. Sie charakterisieren gewissermaßen die Lage, in der sich die handelnde Person befindet. Hierzu gehören Arbeitsbelastung, Aufgabenkomplexität, Situationsumgebung und Interaktion mit Beteiligten. Statt des Ausdrucks Arbeitsbelastung wird oft auch der englische Begriff *workload* verwendet. Je mehr Probleme es pro Zeiteinheit zu bearbeiten gibt, desto höher ist die Arbeitsbelastung und desto wichtiger wird die Priorisierung und Verteilung der Aufgaben, um keinem Verlust der SA zu unterliegen. *Workload* kann sich durch die kognitive Ressourcenbegrenztheit auf alle drei Ebenen des SA-Prozesses auswirken. Die Aufgabenkomplexität hat Einfluss auf das Verständnis der Situation und die Antizipation des zukünftigen Zustands. Ist eine Aufgabe sehr

komplex, beinhaltet sie viele sich gegenseitig beeinflussende Elemente, und das Erkennen dieser fordert die SA-Ressourcen. Veränderungen an einem der Elemente lassen wegen ihrer Vernetztheit keine sichere Prognose der Auswirkungen auf die Gesamtsituation zu. Zum Faktor Situationsumgebung zählen alle physikalischen Gegebenheiten des Umfeldes: Wo befindet sich die Situation (drinnen oder draußen)? Was ist in der Nähe? Wie sind die klimatischen Gegebenheiten (heiß, kalt, windig, etc.)? Worauf muss ich aufgrund der Umgebung achten? Einige der Eigenschaften können als Stressoren wirken, Gefahren für den Handelnden darstellen oder Handlungsmöglichkeiten beeinflussen. Alle drei Ebenen von SA können betroffen sein. Die Interaktion mit Beteiligten beinhaltet die Kommunikation und Aufgabenteilung. Kommunikation kann ein wesentlicher Faktor im Erkennen und Sammeln von Informationen sein, denn nicht alle Daten liegen in selbstzugänglicher Form vor. Manch wichtiger Hinweis muss durch eine konkrete Nachfrage ermittelt werden. Außerdem ist Kommunikation zwischen gemeinsam handelnden Personen wichtig, um das Bild der Situation abzugleichen und unter denselben Voraussetzungen zu arbeiten. Auch zur Fehlervermeidung ist das Kommunizieren von geplanten Maßnahmen und Erkenntnissen unabdingbar. Aufgabenteilung ist ein wichtiges Mittel, um die Arbeitsbelastung niedrig und die Effizienz hoch zu halten. Aufgabenteilung kann aber auch einen negativen Effekt haben, wenn das Gesamtbild der Situation bei den Teilaufgaben außer Acht gelassen wird.

2.3.3 Persönliche Faktoren

Die persönlichen Faktoren umfassen Stress, Angst und Müdigkeit des handelnden Menschen. Alle drei beeinflussen in ähnlicher Weise die SA-Qualität, wobei Stress und Angst eher durch aktive Aufmerksamkeitsbündelung auf einzelne Probleme (Tunnelblick) ein Nichterkennen von wichtigen Informationen mit sich bringen, und Müdigkeit schlichtweg zu allgemeiner Aufmerksamkeitsabnahme führt. Das Bewusstsein über die Situation ist bei Müdigkeit durch unzulängliche Daten schlecht ausgeprägt, während der Handelnde bei Stress und Angst mit einem Informationsüberschuss zu kämpfen hat. Zunächst haben persönliche

Faktoren also eine Auswirkung auf Ebene 1 der SA, beeinflussen aber auch das Verständnis von Informationen und deren Bedeutung für die zukünftige Situation.

2.4 Team-SA

Es besteht Uneinigkeit darüber, ob Team-SA die gesamte, zusammengefasste SA von allen Teammitgliedern (siehe Abb. 3, Figur B) oder nur die SA-Anteile ausmacht, die in jedem der individuellen Situationsbilder vorhanden sind (Figur A). In den meisten Publikationen zu diesem Themenbereich wird diese Unterscheidung jedoch gar nicht vorgenommen. Prince und Salas (2000) beschreiben Team-SA als ein Konstrukt, das die individuelle SA von jedem Teammitglied sowie Teamprozesse einschließt. Nach Endsley (1994) hingegen, bezieht sich Team-SA nur auf die Überschneidungsmenge der individuellen SA von Teammitgliedern.

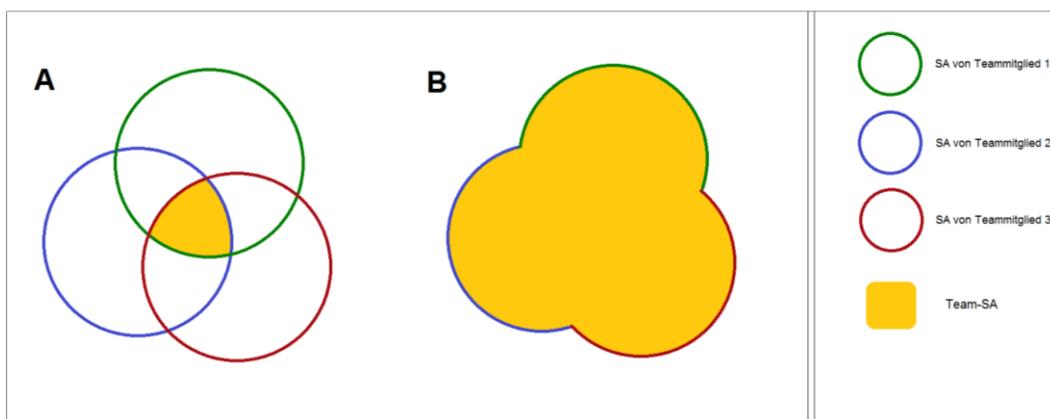


Abb. 3: Team-SA (eigene Abb.)

In einem Team zu arbeiten fordert zusätzliche SA (Bowers, Braun & Kline, 1994), denn Teamprozesse beeinflussen im Gegensatz zu alleiniger Bearbeitung von Aufgaben die Art und Weise, wie SA erlangt und beibehalten wird. Welche Faktoren und Verhaltensweisen sind zusätzlich zu den bereits unter 2.2 und 2.3 beschriebenen nötig, um eine hohe SA im Team zu entwickeln?

Gemeinsame mentale Modelle beeinflussen die Entwicklung von Team-SA positiv (Salas, Stout & Cannon-Bowers, 1994). Da mentale Modelle die

Grundlage für die Informationsverarbeitung und die Handlungsschritte der Teammitglieder bilden, kann ein Team, in dem die Mitglieder die gleichen Modelle benutzen, harmonischer zusammenarbeiten. Gleiche Modelle entstehen durch gleiche Wissensgrundlage. Dazu gehören laut Salas et al. (1994) das deklarative Wissen über Fakten (z.B. vorhandene Medizinprodukte), Regeln und Beziehungen von Systemkomponenten, das prozedurale Wissen, das Informationen über Arbeitsschritte, deren Reihenfolge und Auswirkungen enthält, und das strategische Wissen, welches die Informationen aus allen Wissensbereichen in dem dynamischen Kontext der Aufgabe verknüpft. Zur Bildung von gemeinsamen mentalen Modellen ist es außerdem sinnvoll, zusammen Strategien zu entwickeln und zu besprechen, wie auf bestimmte Situationen reagiert werden sollte. „Ein adäquater Informationsaustausch ist entscheidend dafür, dass eine Situation angemessen bewertet und eine gute Handlungsstrategie festgelegt werden kann“ (Buerschaper et al., 2011, S. 189). Am besten ist es, sich im Team vor einer Aufgabe oder einem Einsatz über das Ziel und die Strategien zur Zielerreichung auszutauschen.

Kommunikation ist, gegenüber den drei Ebenen zur Entstehung von individueller SA (Erkennen, Verstehen und Antizipieren), ein zusätzlich notwendiges Element für die Ausprägung von Team-SA, sozusagen eine vierte Ebene. In einer Situation ist eine erfolgsversprechende Interaktion von Teammitgliedern an verschiedenen Verhaltensindikatoren (Muniz, Stout, Bowers & Salas, 1998) zu erkennen. Informationen werden gesammelt, ausgetauscht, bestätigt und hinterfragt. Vor und nach wichtigen Entscheidungen geschieht dies im erhöhten Ausmaß. Die Aufgabenteilung wird besonders für Phasen mit höherer Arbeitsbelastung abgesprochen, und die Aufgabenkoordination funktioniert gut.

Wichtig für die Ausprägung von Team-SA ist es, nicht alle zur Verfügung stehenden Informationen auszutauschen, sondern vielmehr zu wissen, welche Informationen die anderen Mitglieder brauchen, um ihre Aufgaben auszuführen, und wann diese Informationen benötigt werden (Salas et al., 1994). Außerdem ist es ratsam, „bei Anwesenheit von gleichrangigen Teammitgliedern ... explizit eine

Struktur der Zusammenarbeit bezüglich der Führung und Aufgabenverteilung festzulegen“ (Buerschaper et al., 2011, S. 189), um die Grundlage für eine erfolgreiche Interaktion im Team zu schaffen.

Zusammengefasst ist Team-SA das gemeinsame Bild der Situation, welches die einzelnen Teammitglieder durch die Grundlage eines gemeinsamen mentalen Modells erlangen, das wiederum entsteht, indem alles nötige Wissen zur Aufgabenbewältigung ausgetauscht wird.

3 Situation Awareness und komplexe Arbeitsbereiche

3.1 Charakteristika eines komplexen Arbeitsbereichs

In komplexen Arbeitsbereichen ist auf Grund der Vielzahl an einwirkenden Faktoren und voneinander abhängenden Komponenten das Gesamtverhalten des Systems schwer vorhersagbar. „Sie alle bilden ein Geflecht von Wechselbeziehungen, in dem eine Handlung, die an einer Stelle das System beeinflusst, auch Auswirkungen auf andere Systemteile haben kann.“ (Buerschaper et al., 2011, S. 27). Welche Auswirkungen dies sind und wo sie auftauchen können, ist jedoch nur selten abzusehen. Durch den Informations- und Datenüberschuss, der zu Beginn einer Notfallsituation besteht, werden die kognitiven Ressourcen der Beschäftigten stark beansprucht, und die Entscheidungsfindung kann durch diese Belastung behindert werden. Ein komplexer Arbeitsbereich charakterisiert sich also einmal durch eine Masse an Daten, die nicht nur unabhängig voneinander bestehen, sondern weitestgehend miteinander vernetzt sind. Des Weiteren haben Beschäftigte zeitkritische Aufgaben zu lösen, in denen viel theoretisches Wissen genutzt werden muss. Zeitkritisch bedeutet in diesem Fall, dass die Situation auch ohne Handlungen einer ständigen Veränderung unterliegt. Diese „Eigendynamik einer kritischen Situation kann den Handlungsspielraum von Personen erheblich einengen, da Abwarten Handlungsoptionen vernichtet“ (Buerschaper et al, 2011, S. 27). Die hohe Verantwortung, die der Handelnde hat, ist ein weiteres Merkmal eines komplexen Betätigungsfeldes. Diese trägt der Beschäftigte in seinem Beruf nicht nur für sich selbst, sondern für das Leben anderer. Zu seiner Verantwortung gehört es auch, Entscheidungen zu treffen, die irreversible Folgen haben können. Als zusätzliche Belastung kommen in den meisten, diesen Kriterien entsprechenden Berufen noch Arbeitszeitmodelle hinzu, die zu Übermüdung führen können, wie zum Beispiel Nachtarbeit oder lange Schichtdauer.

3.2 Die Bedeutung von Situation Awareness für komplexe Arbeitsbereiche

In einer Studie wurden Flugunfälle von bekannten Fluggesellschaften untersucht (Endsley, 1995a). Dabei konnten von den Unfällen, die auf menschliche Faktoren zurückzuführen waren, 88% mit SA-Problemen in Verbindung gebracht werden. Die restlichen Unfälle waren durch mangelhafte Fähigkeiten der Piloten oder durch Fehler bei Entscheidungsfindungen entstanden. Bei Kenntnisnahme dieser Studien-Ergebnisse und der Merkmale komplexer Arbeitsbereiche wird deutlich, wie wichtig SA für die Aufgabenbewältigungsqualität in komplexen Arbeitsbereichen ist. Sie macht es den handelnden Personen möglich, den Überblick über die Situation zu erlangen und zu wahren. Die Relevanz der einzelnen Faktoren für die unmittelbare und die zukünftige Situation wird mit Hilfe von SA-Prozessen erkannt, so dass auf diese Weise eine Priorisierung der zu treffenden Handlungen erfolgen kann. In der Konsequenz wird die Situation übersichtlicher, und der Beschäftigte kann sich den einzelnen Handlungen widmen. Die Fähigkeit, jederzeit wieder den Blick zu heben und eine neue Bewertung der Gesamtsituation vorzunehmen, ist bei ausreichender SA jedoch immer gegeben und ist unerlässlich für den erfolgreichen Abschluss einer Aufgabe.



Abb. 4: CRM-Molekül (Rall, Gaba, Howard & Dieckmann, 2009)

Im Bereich des Crew Resource Managements ist SA eine bekannte Komponente und wird zu den Human Factors gezählt. Rall, Gaba, Howard & Dieckmann (2009) haben im Bereich der Medizin ein CRM-Molekül (Abb. 4) beschrieben, das die nicht-medizinischen Fähigkeiten für erfolgreiche Teamarbeit als einzelne Atome darstellt. Dabei ist die Kommunikation das verbindende Element der Atome SA, Teamwork, Entscheidungsfindung und Aufgabenmanagement. Ohne Kommunikation würde das Molekül auseinanderbrechen.

3.2.1 Situation Awareness in der Militärluftfahrt

In der Luftfahrt, speziell im Bereich des Militärs, ist SA bereits seit mehreren Jahren ein bekannter und anerkannter Faktor, der zur Sicherheit und damit zum erfolgreichen Ausführen von Aufträgen beiträgt. SA wurde in mehreren Studien und Versuchen untersucht und gemessen. Der Zusammenhang zwischen ausgeprägter SA und erfolgreicher Missionsdurchführung ist dabei klar erkennbar (Endsley 1995a; Hartel, Smith & Prince, 1991; Jensen, 1982). Militärpiloten müssen, zusätzlich zur sicheren Steuerung des Flugzeugs, feindliche (Flug)Objekte in der Umgebung erkennen, verfolgen und gegebenenfalls vernichten. Dabei müssen sie immer wachsam für neue Bedrohungen sein. Eine hohe SA macht es ihnen möglich, diese komplexe Arbeit zu meistern. Durch die Fähigkeit, Daten schnell zu erkennen und einzuordnen, ist es ihnen möglich, unter den verschiedenen Aspekten Prioritäten zu verteilen und antizipierend zu handeln. Eine zu geringe SA könnte dazu führen, dass ein Pilot sich so sehr auf eine gegnerische Maschine konzentriert, dass er ein zweites heranfliegendes Flugzeug nicht bemerkt und so selbst getroffen wird. Im Falle der Militärpiloten ist die geteilte Aufmerksamkeit der wichtigste Faktor für das erfolgreiche Abschließen eines Auftrags. Sie ermöglicht den notwendigen Überblick über alle relevanten Faktoren, die beachtet werden müssen. Während eines Kampfes wird der Pilot auch immer wieder von seiner gerichteten Aufmerksamkeit Gebrauch machen, um so einzelne Aufgabenziele durch die Konzentration auf diese zu erreichen. Ist die SA eines Piloten ausreichend, dann lässt sie ihn gerichtete und geteilte Aufmerksamkeit so kombinieren, wie es für die erfolgreiche Durchführung seiner Arbeit erforderlich ist.

3.2.2 *Situation Awareness im Rettungsdienst*

Im Arbeitsfeld des Rettungsdienstes sind die zu bewältigenden Aufgaben ähnlich komplex. Auch hier können Fehler zum Verlust eines Menschenlebens führen. Vorhandene Information muss zügig erkannt und richtig interpretiert werden, damit schnell gehandelt werden kann und das Leben des Patienten sichergestellt wird.

Ein Unterschied besteht jedoch darin, dass im Normalfall das Leben der handelnden Person nicht selbst gefährdet ist. Als Ausnahme gelten hier Einsätze, in denen sich die Einsatzstelle an einer gefährlichen Stelle befindet, z. B. neben oder auf einer ungesicherten Straße, oder eine Gefährdung durch aggressive Personen besteht. Als weiterer Unterschied ist die Tatsache zu benennen, dass die Arbeit des Rettungsdienstes bereits mit einem ernsthaftem Problem startet, nämlich dem medizinischen Notfall. Während Piloten sich schon seit einiger Zeit an ihrem Arbeitsplatz Cockpit befinden können, bevor ein kritisches Ereignis eintrifft, beginnt die Arbeit des Rettungsdienstteams sofort mit dem Erreichen des Einsatzortes. Außerdem muss das Team, um notwendige Information über das kritische Ereignis, also den Patientenzustand, zu erhalten, erst Messungen durchführen. Dies geschieht beispielweise durch die Anwendung eines medizinischen Geräts, wie Blutdruckmanschette oder Stethoskop. Für einen Piloten hingegen befindet sich der größte Teil der benötigten Daten jederzeit ablesbar auf den Instrumenten und Displays vor ihm im Cockpit. Der am besten mit der Luftfahrt vergleichbare Arbeitsplatz aus dem medizinischen Bereich ist die Arbeit auf einer Intensivstation. Auch hier gibt es eine Art „Ruhezustand“, in dem in aufmerksamer Routine gearbeitet wird. Die Patientendaten werden kontinuierlich an eine zentrale Stelle übertragen, an der medizinisches Personal den Überblick über alle Vitalparameter der Patienten bewahrt. Wie auch im Cockpit, wird bei gefährlich abweichenden Werten ein Alarm ausgelöst, der den Beginn einer kritischen Situation markiert.

In der Notfallmedizin werden allerdings auch andere Aufgabentypen als in der Luftfahrt bearbeitet. So verläuft die Behandlung eines Notfallpatienten nach einer

Ereignissequenz, die nicht beliebig ist, sondern den Gesetzen der Humanbiologie unterliegt. Das Entstehen von neuen medizinischen Problemen ist somit limitiert. Die SA muss bei einem Rettungsdienstmitarbeiter zu Beginn des Einsatzes am höchsten sein, da der Workload durch den unmittelbaren Handlungsbedarf zu diesem Zeitpunkt besonders hoch ist. Die Situation, in die der Mitarbeiter kommt, ist ihm unbekannt. Er besitzt lediglich die Informationen, die über den Notruf mitgeteilt wurden. Dies sind meistens Alter und Geschlecht des Patienten, so wie die Symptome und/oder offensichtlichen Verletzungen. Wenn der Mitarbeiter zum Patienten kommt, muss er erst einmal alle Elemente analysieren. Das heißt, er nimmt sämtliche Messungen wie Herzfrequenz, Blutdruck, Blutzucker etc. vor. Alle so gewonnenen Daten müssen zueinander in Beziehung gesetzt werden. Dazu gehören auch das äußere Erscheinungsbild und die Krankengeschichte des Patienten. Das Erkennen aller relevanten Daten in dieser Phase der Behandlung geschieht mit Hilfe der geteilten Aufmerksamkeit des Mitarbeiters. Der daraus resultierende Überblick des Mitarbeiters über die Situation ist als proportional zu seinem Situationsbewusstsein anzusehen. Ist dieses ausreichend ausgeprägt, hat er einen genügenden Überblick, um eine Diagnose zu stellen. Eine zu geringe SA kann eine ungenügende Analyse der vorhandenen Daten bedingen. Der Mitarbeiter konzentriert beispielsweise seine Aufmerksamkeit nur auf einen bestimmten Aspekt und gelangt so wohlmöglich zu einer zu vorschnellen Schlussfolgerung über den Zustand des Patienten und die Diagnose.

Ist erst einmal eine Diagnose bestätigt, ist das Auftauchen von diagnoseuntypischen Komplikationen unwahrscheinlich. Da der Workload mit fortschreitendem Verlauf der Behandlung abnimmt, sinkt auch der Stresspegel. Die behandelnde Person kann sich mittels gerichteter Aufmerksamkeit verstärkt um die Behandlung der bekannten und nachvollziehbaren Symptome kümmern. Außerdem kann unter Berücksichtigung der Diagnose antizipiert werden, welche Komplikationen noch auftreten könnten. Trotzdem sollte die SA immer auf einem ausreichenden Level aufrecht erhalten werden. Es können immer unvorhergesehene Ereignisse eintreffen, auf die es gilt, schnellstmöglich adäquat

zu reagieren. Oder es „können neue Informationen zugänglich werden, die die [bisherige] Arbeitsdiagnose entweder unterstützen oder ihr widersprechen. Auch diese Informationen müssen in die Entscheidungsprozesse eingebunden werden, selbst wenn sie Indizien dafür liefern, dass das bisherige Bild der Lage ungenügend oder falsch ist“ (Buerschaper et al., 2011, S. 29).

4 Methodenanforderungen zur Messung von Situation Awareness

4.1 Gütekriterien

Psychologische Tests oder Messungen müssen, damit sie wissenschaftlich fundierte Ergebnisse liefern, bestimmte Gütekriterien erfüllen. Je mehr Gütekriterien bei einer Messung vorliegen, desto höher ist die Qualität des Tests. Nachfolgend werden die wichtigsten Gütekriterien vorgestellt.

4.1.1 Objektivität

Durch die Objektivität einer Messmethode wird garantiert, dass die Ergebnisse von verschiedenen Teilnehmern miteinander verglichen werden können, weil sowohl der Versuch sowie die Versuchsauswertung vollkommen sachlich durchgeführt werden. Moosbrugger und Kelava (2007) definieren Objektivität wie folgt: „Ein Test ist dann objektiv, wenn er dasjenige Merkmal, das er misst, unabhängig von Testleiter, Testauswerter und von der Ergebnisinterpretation misst“ (S. 8). Der Oberbegriff der Objektivität wird dabei in drei Aspekte, Durchführungs-, Auswertungs- und Interpretationsobjektivität, aufgeteilt. Wird ein Test jedes Mal unter den gleichen Bedingungen durchgeführt, und ist die einzige Variable während der Messung die Testperson selbst, dann ist Durchführungsobjektivität gegeben. Dies ist besonders bei standardisierten oder computerbasierten Tests der Fall. Auswertungsobjektivität besteht, wenn das Ergebnis eines Tests nicht von der auswertenden Person abhängt. Werden Antworten ausgewertet, die nicht im Multiple-Choice-Verfahren gegeben wurden, müssen Auswertungsregeln erstellt werden, nach denen das Ergebnis beurteilt wird. „Interpretationsobjektivität liegt dann vor, wenn verschiedene Testanwender bei Testpersonen mit demselben Testwert zu denselben Schlussfolgerungen kommen“ (Moosbrugger & Kelava, 2007, S. 10).

4.1.2 Reliabilität

Das Gütekriterium Reliabilität beschreibt die Messgenauigkeit eines Tests. Eine Messung ist „perfekt reliabel, wenn die damit erhaltenen Testwerte frei von

zufälligen Messfehlern sind. Das Testverfahren ist umso weniger reliabel, je größer die Einflüsse von zufälligen Messfehlern sind“ (Schermelleh-Engel & Werner, 2007, S. 120). Tests, die reliabel sind, erzielen folglich unter exakt gleichen Versuchsbedingungen immer das gleiche Ergebnis.

4.1.3 Validität

Bühner (2004) gibt für dieses Gütekriterium folgende Definition: „Unter Validität versteht man ... das Ausmaß, in dem ein Test das misst, was er zu messen vorgibt“ (S. 36). Validität ist das wichtigste Qualitätskriterium überhaupt, da durch sie gesichert ist, dass die zu untersuchende Eigenschaft überhaupt gemessen wird. Ein Test, der objektiv und reliabel ist, nützt nichts, wenn das Hauptobjekt des Tests, die zu messende Eigenschaft, mit ihm gar nicht abgebildet werden kann. „Liegt eine hohe Validität vor, so erlauben die Ergebnisse eines Tests die Generalisierung des in der Testsituation beobachteten Verhaltens auf das zu messende Verhalten außerhalb der Testsituation“ (Moosbrugger & Kelava, 2007, S.13).

4.2 Weitere Methodenanforderungen

Zusätzlich zu den Gütekriterien sollen noch weitere Anforderungen an eine Messmethode für SA im Rettungsdienst gestellt werden. Nach Beschäftigung mit den bereits existierenden Methoden und Überlegungen zu einer im Rettungsdienst anwendbaren Messung, erscheinen außerdem folgende Kriterien sinnvoll:

4.2.1 Unaufdringlichkeit

Damit Messergebnisse so gut wie möglich die Situation Awareness abbilden, die Versuchsteilnehmer bei einem realen Szenario aufweisen würden, sollte die Messung möglichst unaufdringlich sein. Genauer beschrieben bedeutet dies, dass die Messmethode die Teilnehmer so wenig wie möglich von der zu lösenden Aufgabe ablenken sollte. Die Aufgabestruktur sollte dabei idealerweise der realen Aufgabenstruktur und Handlungsabfolge gleichen und zum Beispiel nicht durch Befragungen unterbrochen werden.

4.2.2 geringes Priming

Priming kommt aus dem Bereich der Kognitionspsychologie. Ein vorausgegangener Reiz beeinflusst dabei die Verarbeitung eines nachfolgenden Reizes, indem Informationen aus dem Gedächtnis aktiviert werden. Im Kontext der Messmethode bedeutet Priming die Beeinflussung der Reaktion des Teilnehmers durch den Versuchsleiter. Priming kann zum Beispiel auftreten, wenn dem Teilnehmer eine Frage zu einem Objekt gestellt wird, das er bislang noch nicht beachtet hat. Er könnte auf Grund der Frage annehmen, dass dieses Objekt von Bedeutung für die erfolgreiche Aufgabenbewältigung ist. Die Frage würde den Teilnehmer insofern beeinflussen, dass er das Objekt im weiteren Versuchsablauf wichtiger als zuvor einstuft und ihm mehr Aufmerksamkeit zukommen lässt. Die Einschätzung des Objekts und dessen Bedeutung für die Situation (SA-Ebene 2 und 3) sollte aber ohne Einflüsse vom Versuchsleiter erfolgen, damit die SA des Teilnehmers objektiv gemessen wird. Streng genommen könnte man dieses Kriterium daher auch dem Gütekriterium der Objektivität zuordnen. Da Priming aber in mehreren untersuchten SA-Messmethoden auftreten kann, soll es hier gesondert betrachtet werden.

4.2.3 Einfachheit

Sofern es möglich ist, sollte die zu entwickelnde Messmethode für den Rettungsdienst so einfach wie möglich zu handhaben sein. Dazu zählt sowohl der Aufwand der Vorbereitung, als auch die Durchführung an sich.

4.3 Variablenbeschreibung

Wie in Abbildung 5 zu sehen ist, ist die zu messende Größe SA eine abhängige Variable. Ursächlich für deren Ausprägung sind grundlegende, situationsbezogene und persönliche Faktoren (siehe Kapitel 2.3), die die unabhängigen Variablen bilden. Diese Faktoren beeinflussen die Wahrnehmung, das Gedächtnis und die Aufmerksamkeit und wirken sich so über die Reizverarbeitung auf das Situationsbewusstsein aus. Ist z.B. das Arbeitsplatzdesign in Form von unübersichtlichen Displays schlecht, werden einige Informationen eventuell nicht wahrgenommen, und die SA sinkt infolge dieses Informationsdefizits.

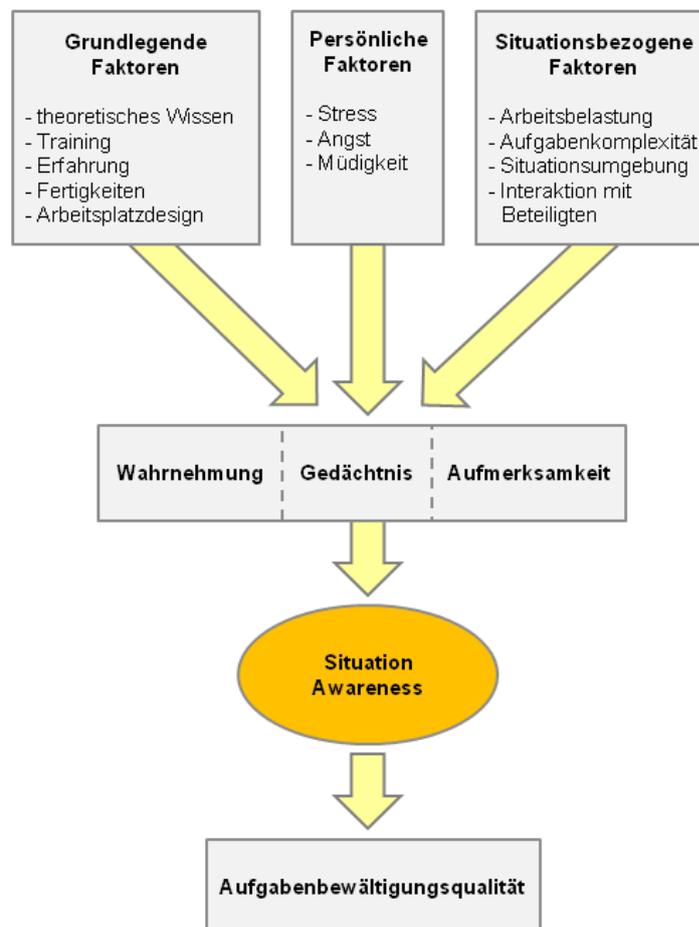


Abb. 5: statistische Abhängigkeiten im SA-Konstrukt (eigene Abb.)

Gleichzeitig ist es aber auch möglich, von der Qualität der SA Rückschlüsse auf beteiligte Faktoren zu ziehen. So können z.B. zwei verschiedene Displaytypen miteinander verglichen werden, indem von den unabhängigen Variablen nur das Arbeitsplatzdesign (Displays) verändert wird, und die Wirkung anhand der abhängigen Variable SA gemessen wird. Das Display, das höhere SA-Werte bewirkt, wäre demzufolge das zweckdienlichere Gerät.

In Bezug auf die Aufgabenbewältigungsqualität oder auch Arbeitsleistung, wäre SA wiederum als unabhängige Variable anzusehen. Das Ursache-Wirkungsprinzip von SA und Aufgabenbewältigungsqualität sollte jedoch nicht isoliert betrachtet werden, da SA nur eine von verschiedenen Variablen ist, die zum Erfolg beiträgt.

Beispielweise kann reines Glück zufällig zur richtigen Entscheidung führen. Eine Gleichsetzung oder ungenaue Abgrenzung der beiden Konstrukte ist in einigen der Messmethoden ein Problem. Vor allem in den Selbst-Bewertungstechniken beeinflusst der Grad des Erfolgs die Teilnehmer in der Einschätzung ihrer eigenen SA. In den meisten Fällen wird eine ausgeprägte SA auch in guter Arbeitsleistung resultieren, die beiden Variablen sollten jedoch nicht gleichgesetzt werden.

5 Bestehende Methoden zur Messung von Situation Awareness

Über die Jahre hinweg wurden zahlreiche Methoden zur Messung von SA entwickelt. Hauptsächlich sind diese für die Anwendung in der Luftfahrt konzipiert worden. Die meisten Autoren (z.B. Fracker, 1991; Uhlarik & Comerford, 2002) teilen die Methoden in drei Kategorien ein: subjektive, explizite und implizite Methoden. Auch eine Einteilung auf Grundlage der benutzten Technik ist möglich. Dabei gibt es Frage- und Bewertungstechniken.

5.1 Subjektive Messmethoden

Subjektive Methoden stützen sich auf persönliche Einschätzungen von Anwendern (Selbstbewertung) oder Beobachtern (Fremdbewertung). Eine unbeeinflusste, sachliche Bewertung der SA-Qualität ist mit diesen Methoden daher nicht möglich. Dennoch erfreuen sich die subjektiven Methoden großer Beliebtheit, da sie günstig und leicht anzuwenden sind. Ein weiterer großer Vorteil ist die Tatsache, dass zur Messung nicht in die Simulation eingegriffen werden muss. Meist wird die Qualität der SA mit einem numerischen Wert auf einer linearen Skala angegeben. Bei einigen Methoden gibt es mehrere Bewertungs-Skalen, um dem multidimensionalen Konstrukt SA mit seinen unterschiedlichsten Faktoren gerecht zu werden und alle Aspekte zu erfassen.

Bei einer Selbstbewertung schätzen die Anwender ihre SA selbst ein. Die Einschätzung kann während der Simulation oder danach stattfinden. Diese Art der Messmethode wird jedoch kritisiert, da sich die teilnehmenden Personen nicht ihrer fehlenden SA bewusst sein können. Selbstbewertungen können folglich nicht die tatsächliche Qualität der SA zeigen, sondern indizieren eher eine Angabe über das Selbstsicherheitsgefühl des Anwenders. Überdies stuften laut Endsley (1994) Anwender, die am Ende einer Simulation ihre SA bewerten sollten, diese je nach Ausgang der Simulation ein. So gaben sie sich bei erfolgreicher Problembewältigung eine gute und bei ungenügender Bearbeitung eine schlechte Wertung. Aus den obigen Gründen sollten Selbstbewertungen nicht isoliert

betrachtet werden, sondern im Zusammenhang mit anderen gewonnenen Daten, wie beispielsweise Leistungsdaten.

Fremdbewertungen werden durch trainierte Personen gegeben, die die zu bewertenden Teilnehmer beobachten. Auch hier finden sich Kritikpunkte. Der Teilnehmer kann nach Endsley (1994) mehr wissen, als er nach außen hin zeigt. Das können zum Beispiel nicht verbalisierte Informationen sein. Wird, um dies auszuschließen, die Fremdbewertung durch eine Fragetechnik vorgenommen, kann ein neues Problem, das Priming auftreten. Der Beobachter kann durch seine Fragen ungewollt die Aufmerksamkeit des Teilnehmers lenken und seine SA somit beeinflussen.

Die bekannteste subjektive Messmethode ist SART – Situational Awareness Rating Technique, die von Taylor (1990) entwickelt wurde und in Kapitel 5.4.1. näher beschrieben wird.

5.2 Explizite Messmethoden

Bei expliziten Messmethoden müssen die Teilnehmer bestimmte Daten und Informationen des in der Simulation bearbeiteten Problems aus ihrem Gedächtnis abrufen. Diese Gedächtnisberichte sind entweder nach oder während der Aufgabe zu leisten.

Rückblickende Messungen, die nach dem Beenden der Simulation erfolgen, bedienen sich meist der Fragetechnik. Hierbei können die schon bei der Fremdbewertung der subjektiven Messmethoden beschriebenen Probleme auftreten. Fragen nach bestimmten Informationen oder Handlungen können Teilnehmer durch Priming in ihrer Antwort beeinflussen.

Gleichzeitige Messungen, die parallel zur Aufgabenausführung stattfinden, können mit zwei Methoden durchgeführt werden. Entweder erfolgt die Messung durch die Bewertung von verbalen Protokollen, also durch das laute Denken der Teilnehmer, oder durch einen ausgebildeten Beobachter, der im Szenario einen Mitarbeiter darstellt und mit dem Teilnehmer dessen Gedanken, Sichtweisen und Handlungen diskutiert. Nachteilig an dieser Methode ist die Verbalisierung jedes

Gedankens und damit die Verfremdung des normalen Arbeitsablaufes, die eine höhere Arbeitsbelastung zur Folge hat.

Zusätzlich zu den Messungen, die während oder nach einer Aufgabe vorgenommen werden, gibt es außerdem Messungen die während der Aufgabe, aber in einer Unterbrechung der Simulation erfolgen. In der englischsprachigen Literatur wird diese Art der Messung „freeze-technique“, also Einfrierungstechnik, genannt. Die bekannteste Methode ist die von Endsley (1988) entwickelte Situation Awareness Global Assessment Technique (SAGAT), bei der die Simulation an zufälligen Zeitpunkten unterbrochen wird und wichtige Daten von einigen Displays ausgeblendet werden. Die Teilnehmer müssen daraufhin die fehlenden Informationen ergänzen. Kapitel 5.4.3 befasst sich ausführlicher mit dieser Technik.

5.3 Implizite Messmethoden

Implizite Messmethoden nutzen die Qualität der Aufgabenausführung, um auf die SA-Qualität zu schließen. Einige Autoren bezeichnen sie deshalb auch als „performance measures“ (Endsley, 1995c) oder „performance-based techniques“ (Jeannot et al., 2003). Die Messungen erfolgen entweder durch äußerliche oder eingebettete Aufgabenmessungen. Bei äußerlichen Aufgabenmessungen werden angezeigte Informationen vom Versuchsleiter geändert oder ganz ausgeblendet. Dann wird die Reaktionszeit der Teilnehmer auf diese Änderungen gemessen. Eingebettete Aufgabenmessungen bewerten die Ausführung von Unteraufgaben. Die Vorteile von impliziten Messmethoden sind deren Unaufdringlichkeit, die einfache Handhabung und die Objektivität der Bewertungen. Der große Nachteil besteht jedoch darin, dass eine schlechte Aufgabenausführung nicht notwendigerweise mit schlechter SA zusammenhängt. Schlechte SA steigert laut Endsley (2000) nur die Wahrscheinlichkeit für eine fehlerhafte Aufgabenausführung. Genauso verhält es sich mit guter Aufgabenausführung. Diese muss nicht gleichbedeutend mit guter SA sein, denn eine erfolgreiche Problembewältigung kann auch durch Glück gelingen. Implizite Messmethoden sind demzufolge nicht immer valide. Des Weiteren stellt sich die Frage nach der

Notwendigkeit des Konstrukts SA, wenn die Aufgabenausführung stellvertretend als Maßstab genommen werden kann (Uhlarik & Comerford, 2002).

5.4 Ausgewählte Messmethoden und ihre Anwendbarkeit auf den Rettungsdienst

Nachfolgend werden zwei subjektive und drei explizite Messmethoden vorgestellt und ihre Eignung für die Messung von SA im Rettungsdienst, unter Berücksichtigung der in Kapitel 4 behandelten Anforderungen, bewertet. Implizite Methoden wurden auf Grund der engen Verwobenheit und unklaren Abgrenzung von SA und Arbeitsleistung ausgelassen.

5.4.1 SART

Die Situational Awareness Rating Technique wurde von Taylor (1990) entwickelt. Sie ist eine subjektive Bewertungstechnik, bei der die Teilnehmer zehn festgelegte Elemente auf Skalen von eins bis sieben einordnen. Eins steht dabei für eine niedrige Einschätzung und sieben für eine hohe. Die zu bewertenden Faktoren wurden durch Befragungen und Gespräche mit Flugzeugbesatzungen, also den Testobjekten selbst, herausgearbeitet und festgelegt und stellen die Elemente dar, die für gute SA unabdingbar sind. Dabei werden die zehn Faktoren in drei Kategorien zusammengefasst, von denen Aufmerksamkeitsforderung und Aufmerksamkeitsreserven der Arbeitsbelastung (Selcon & Taylor, 1990) und Verstehen dem Konstrukt SA direkt (Endsley, 1996) zugeordnet werden können.

Aufmerksamkeitsforderung:

- Instabilität der Situation
- Variablen der Situation
- Komplexität der Situation

Aufmerksamkeitsreserven:

- Bereitschaft zur Aktivität
- freie mentale Kapazität
- Konzentration

- Aufmerksamkeitsteilung

Verstehen:

- Informationsmenge
- Informationsqualität
- Bekanntheit der Situation

Diese zehn Elemente werden vom Teilnehmer nach dem Ende der Simulation bewertet. Mit folgendem Algorithmus kann dann eine Punktzahl errechnet werden, die die Qualität seiner SA angibt:

$SA = \text{Verstehen} - (\text{Aufmerksamkeitsforderung} - \text{Aufmerksamkeitsreserven})$

Vorteile von SART sind die Einfachheit der Handhabung und die Anwendbarkeit auf viele Bereiche durch die allgemein gültigen Faktoren. Jeannot et al. (2003) bemängeln diese Flexibilität, da die Messung so nicht auf spezielle Arbeitsbereiche angepasst sei. Die Tatsache, dass die Methode nicht in die Simulation eingreift, ist ein weiterer Vorteil. Ein Nachteil ist die Anfälligkeit der Selbstbewertungstechnik für Subjektivität. So kann die wahrgenommene SA zum Beispiel von der Aufgabenausführungsqualität beeinflusst oder mit der gefühlten Arbeitsbelastung verwechselt werden und daher stark von der tatsächlichen SA abweichen. Laut Selcon und Taylor (1990) sind Aufmerksamkeitsforderung und Aufmerksamkeitsreserven Elemente der Arbeitsbelastung. Deshalb sollte SART ihrer Meinung nach mit einbeziehen, wie Änderungen in der Arbeitsbelastung SA beeinflussen - also in welchem Zusammenhang die beiden leicht verwechselbaren Konstrukte stehen. Und obwohl die SA-Messergebnisse Übereinstimmungen mit der Arbeitsleistung aufweisen, ist ungeklärt, ob diese durch die Faktoren der Arbeitsbelastung in den Bewertungsskalen oder der zu messenden Größe SA entstehen. In einer Studie von Endsley, Selcon, Hardiman & Croft (1998) wurden die SART-Ergebnisse mit dem Selbstvertrauen und der subjektiv empfundenen Arbeitsleistung der Teilnehmer verglichen und korrelierten sehr stark miteinander.

SART ist angesichts der allgemeingehaltenen Faktoren ohne Weiteres auf den Rettungsdienst zu übertragen. Auf Grund der unklaren Abgrenzung zwischen SA und der Arbeitsbelastung, ist von der Anwendung im Rettungsdienst jedoch abzuraten. Eindeutige, aussagekräftige Daten über die tatsächliche Qualität von SA sind mit SART nicht zu erhalten.

5.4.2 C-SAS

C-SAS steht für Cranfield Situation Awareness Scale und ist, wie SART, eine subjektive Bewertungstechnik. Diese Methode wurde an der Cranfield Universität entwickelt, um die SA von Piloten in der Ausbildung zu messen. Laut Jeannot et al. (2003) werden auf Skalen numerische Bewertungen für die folgenden Faktoren gegeben:

- Wissen des Piloten
- Verstehen und Antizipation von Ereignissen
- Management von Stress, Anstrengung und Verpflichtung
- Fähigkeit Informationen wahrzunehmen, zu beachten, zu vergleichen und zu beurteilen
- Gesamt-SA

Die Bewertungen können während oder nach der Simulation abgegeben werden und erfolgen durch Selbst- oder Beobachterbewertung. Zur Auswertung werden alle Skalenwerte addiert. Hierbei ist ein hoher Wert einer hohen SA, ein niedriger Wert einer niedrigen SA gleichzusetzen.

C-SAS weist die bekannten Nachteile subjektiver Messmethoden auf. Ergebnisse basieren auf persönlichen Einschätzungen und sind somit weder objektiv noch reliabel. Bei einer Selbsteinschätzung können Informationslücken oder andere Defizite in der eigenen Situationswahrnehmung schlecht erkannt werden, da die Teilnehmer nicht das vollständige Situationsbild kennen. Wird etwas nicht wahrgenommen, weiß man auch nicht, dass es im eigenen Situationsbild fehlt. Die fünf Faktoren behandeln hauptsächlich Prozesse, die sich im Gedächtnis der Teilnehmer abspielen. Beobachterbewertungen können nur über sichtbare oder

hörbare Indikatoren geschehen und erfassen demzufolge nicht alle gedanklichen Vorgänge des Teilnehmers. Würde dieser Nachteil durch vorher abgesprochene Verbalisierungen der Gedanken des Piloten kompensiert werden, würde dies die Simulationssituation verfremden. Im Falle von Bewertungen nach der Simulation und Beobachterbewertungen ist C-SAS unaufdringlich. Positiv sind auch die Einfachheit der Methode und die denkbare Anwendbarkeit auf weitere Bereiche durch die allgemein gehaltenen Faktoren.

5.4.3 SAGAT

Die Situation Awareness Global Assessment Technique gehört zu den expliziten Messmethoden. Sie wurde von Endsley (1988) entwickelt und basiert auf ihrer Informationsverarbeitungstheorie von SA. Eine Simulation wird an zufällig ausgewählten Zeitpunkten unterbrochen, und die Teilnehmer werden zu spezifischen Daten und Kriterien befragt, die den drei Ebenen von SA entsprechen. Die meisten Daten werden aus Ebene 1 abgefragt. Alle Informationsquellen, wie Bildschirme oder Anzeigen, werden mit Beginn der Unterbrechung ausgeschaltet. In der Luftfahrt fordert die erste Frage den Teilnehmer immer dazu auf, die Position des Flugzeugs in eine Karte einzuzeichnen. Für bestimmte Daten gibt es Toleranzbereiche, in denen die Antworten der Teilnehmer liegen müssen. Die Antworten werden als korrekt oder inkorrekt bewertet. Eine unbeantwortete Frage wird als inkorrekt bewertet. Je mehr Antworten mit den tatsächlichen Daten übereinstimmen, desto höher ist die getestete SA der Teilnehmer.

Der große Vorteil dieser Messmethode ist die objektive Bewertung der SA. Laut Endsley (1990, 2000b) hat SAGAT bislang einen hohen Grad an Validität, Sensitivität und Reliabilität gezeigt. Durch die Sensitivität der Methode werden Veränderungen in der Arbeitsbelastung und weitere Faktoren, die die Aufmerksamkeit beeinflussen, detektiert. Das Prinzip der Unterbrechungen ist hingegen aufdringlich und in die Aufgabenbearbeitung eingreifend. Außerdem ist es fraglich, ob mit der anschließenden Befragung noch die situationsbezogene SA und nicht vielmehr die Erinnerungsfähigkeit gemessen wird. Endsley (1990b,

1995c) fand zwar in mehreren Studien heraus, dass alle Informationen, die im Arbeitsgedächtnis gespeichert sind, noch bis zu sechs Minuten nach der Unterbrechung der Simulation ohne Einschränkungen abrufbar sind, Fracker (1991) bezweifelt dies hingegen. Er vertritt die Ansicht, dass Informationen, die zwar wahrgenommen, aber noch nicht prozessiert wurden, nur für eine sehr viel kürzere Zeit abrufbar sind. Sarter & Woods (1994) bemängelten die Beeinflussung der SA durch die Fragen. Die gestellten Fragen würden durch Aktivierung der dafür zuständigen Gedächtnisinhalte ein verzerrtes Bild des in der Situation vor der Unterbrechung tatsächlich herrschenden Bewusstseins darstellen. Jeannot et al. (2003) kritisieren außerdem die Gleichgewichtung aller Fragen. Diese wurde in einer Methode, die SAGAT ansonsten sehr ähnlich ist, aufgehoben. SALSA (Situation Awareness bei Lotsen der Streckenflugkontrolle im Kontext von Automatisierung) wurde von Hauß, Gauss & Eyferth (2000, zit. n. Jeannot et al., 2003) an der Technischen Universität Berlin entwickelt und enthält von Experten gewichtete Fragen.

Die Anpassung von SAGAT auf andere Arbeitsbereiche ist möglich. Dazu ist es erforderlich, eine Aufgabenanalyse des gewünschten Bereichs durchzuführen, um so die richtigen Fragen konzipieren zu können. Würde die Methode auf den Rettungsdienst übertragen werden, würden die Fragen einfache Vitalparameter des Patienten, angewendete Medizinprodukte und Medikamente sowie Überlegungen zur Diagnose abfragen. In der Luftfahrt ist die Position des Flugzeuges, unabhängig vom Auftrag, immer die wichtigste Information und deshalb auch die erste Frage. Im Rettungsdienst variiert die Wichtigkeit einer Frage von Situation zu Situation. Würde der Versuchsleiter die Fragen nach Wichtigkeit sortieren, würden die Teilnehmer durch Priming beeinflusst werden. In der fortgesetzten Simulation wüssten sie dann, durch die zuvor gestellten Fragen, auf welche Informationen sie besonders zu achten haben. Die Beeinträchtigung durch Priming könnte durch zwei Verfahren vermieden werden. Entweder müssten bei jeder Unterbrechung alle Informationen in einer gleichbleibenden Reihenfolge abgefragt werden oder die Fragen müssten so

allgemein gehalten sein, dass der Teilnehmer von sich aus sein Wissen über die Situation formuliert. Ersichtlich ist, dass beide Lösungsvorschläge ihre Nachteile bergen. Werden alle Informationen abgefragt, dauert die Unterbrechung sehr lange. Details, die zum Schluss abgefragt werden und in der Simulation vollständig bekannt waren, können deshalb zum Abfragezeitpunkt unvollständig oder sogar vergessen worden sein. Bei allgemein gehaltenen Fragen kann es vorkommen, dass der Teilnehmer nicht all sein Wissen preisgibt, weil er einige Informationen nicht für erwähnenswert hält, wie z.B. Vitalparameter, die im normalen Bereich liegen, also nicht auffällig oder zu therapieren sind. Die Anwendung von SAGAT im Rettungsdienst würde folglich einige Modifikationen erfordern und Versuche notwendig machen, die die Brauchbarkeit der Änderungen erfassen.

5.4.4 SPAM

Forscher der Universität von Oklahoma entwickelten die Situation Present Assessment Method, um die SA von Lotsen zu überprüfen. Sie basiert auf der Grundannahme, dass SA nicht bedeutet, alle Informationen einer Situation zu kennen, sondern zu wissen, wo bestimmte Daten zu finden sind. Ungeachtet dessen, kann SPAM den expliziten Messmethoden zugeordnet werden. Die Daten werden letztendlich zwar abgelesen, aber das gespeicherte Wissen über den Ort, an dem diese zu finden sind, steht im Vordergrund dieser Methode. In einer Simulation werden den Teilnehmern über Funk oder Telefon Fragen gestellt. Die benötigte Antwortzeit für korrekte Antworten wird gestoppt und dient als Maßstab für die SA des Befragten. Außerdem wird die benötigte Annahmezeit des Anrufs bzw. der Funkrückmeldung als Indikator der gegenwärtigen Arbeitsbelastung in der Situation gesehen. Die Fragen, die gestellt werden, beziehen sich eher auf Vergleiche (z.B. Welches Flugzeug, A oder B, fliegt höher?) als auf einmalige Informationen eines einzelnen Objekts (z.B. Wie weit ist Flugzeug C entfernt?).

Objektivität und Reliabilität sind bei SPAM durch die Versuchskonstruktion gegeben, da es sich bei den gemessenen Daten um nicht interpretierbare Daten (Zeitangaben) handelt und die zu stellenden Fragen vorgegeben sind. SPAM greift

nicht so sehr in die Simulation ein wie andere explizite Fragetechniken, kann aber auf Grund der mit den Fragen einhergehenden Aufgabenverfremdung nicht als unaufdringlich eingestuft werden. Von Vorteil ist es hier jedoch, dass die Simulation nicht gestoppt werden muss und sich das Kommunizieren über Telefon oder Funk gut in das Arbeitsfeld der Luftfahrt und vor allem der Lotsentätigkeit integrieren lässt, da diese Art der Kommunikation dort ohnehin schon genutzt wird.

Dieser Vorteil ist im Aufgabenfeld des Rettungsdienstes allerdings ein Nachteil. Bei der Behandlung eines Notfallpatienten ist eine Befragung über Kommunikationsnetze wie Funk oder Telefon undenkbar. Auch hier spielen wieder die unterschiedlichen Anforderungen der Bereiche Luftfahrt und Rettungsdienst eine Rolle. Ist ein Notfall die Ausnahme im Cockpit oder Lotsenturm, so ist er Normalität im Rettungsdienst. Die Arbeitsbelastung ist folglich zu Beginn so hoch, dass für zusätzliche Fragen kein Raum ist. Eine Messung durch SPAM wäre daher nur bei einigermaßen stabilem Patientenzustand denkbar. Außerdem müsste die Art der Befragung abgeändert werden und auf anderem Weg als per Telefon geschehen. Es könnte zum Beispiel ein weiterer Rettungsdienstmitarbeiter oder ein Notarzt hinzukommen und die Fragen stellen. Die Fragen würden sich dabei auf einmalige Informationen beziehen, nicht wie in der ursprünglichen Form auf Vergleiche. Dies liegt daran, dass Lotsen mit mehreren „Problemen“ (viele zu lenkende Flugzeuge) zu tun haben, während Rettungsdienstmitarbeiter nur ein Problem zu lösen haben (die Patientenversorgung).

5.4.5 SALIANT

SALIANT ist eine explizite Messmethode, die vom US Naval Air Warfare Centre zur Bestimmung von Team-SA entwickelt wurde (Muniz et al., 1998). Die Abkürzung SALIANT steht dabei für Situational Awareness Linked Indicators Adapted to Novel Tasks. Bei dieser Methode wird die SA von Teams anhand von beobachtbaren Verhaltensindikatoren bestimmt. Die Verknüpfung von SA-Faktoren mit Verhaltensweisen ist möglich, weil in Teams zwangsläufig

interagiert werden muss und Gedankeninhalte kommuniziert werden müssen, um erfolgreich zusammenarbeiten zu können. Bevor die Methode angewandt werden kann, sind fünf Phasen zu durchlaufen, in denen die Indikatoren und das Szenario entwickelt werden.

1. Sammlung von Verhaltensindikatoren, die theoretisch mit Team-SA in Verbindung gebracht werden
2. Entwicklung von Szenario Ereignissen
3. Identifizierung von spezifischen, beobachtbaren Reaktionen
4. Entwicklung eines Drehbuchs
5. Entwicklung eines Beobachter-Formulars

Die Verhaltensweisen, die in einem theoretischen Zusammenhang mit Team-SA stehen (siehe auch Kapitel 2.4) sind in fünf Kategorien eingeteilt: Kenntnis der Umgebung demonstrieren, Probleme erkennen, Handlungsbedarf voraussehen, Wissen über Aufgaben demonstrieren und Kenntnis von Informationen demonstrieren. Bei der Entwicklung von Szenario-Ereignissen in Phase 2 sollte die Relevanz zum Arbeitsablauf beachtet werden. Außerdem muss das Szenario Komplexität, Dynamik und gegenseitige Abhängigkeit von Team-Mitgliedern aufweisen. Die Verhaltensindikatoren müssen laut Muniz et al. (1998) in Phase 3 in spezifische, beobachtbare Reaktionen auf Szenario-Ereignisse umgewandelt werden. Danach wird ein Drehbuch entwickelt, in dem genau festgehalten wird, zu welchen Zeitpunkten die Ereignisse eintreten, welche Informationen den Teilnehmern vorher gegeben werden und wie auf die Teams reagiert werden sollte. Die Entwicklung eines Beobachter-Formulars zur Erfassung der Reaktionen schließt die fünf Phasen ab.

Als Bewertungsmaßstab dienen in der anschließenden Methodendurchführung die An- oder Abwesenheit der identifizierten, spezifischen Reaktionen. Je mehr Reaktionen beobachtet werden können, desto höher ist die SA des Teams einzuordnen.

SALIENT hat einige Vorteile. Die Methode ist gut auf verschiedene Arbeitsbereiche anpassbar. Die Bewertung, die durch Beobachtung stattfindet, ist einfach durchzuführen und greift nicht in den Arbeitsprozess der Teilnehmer ein, daher kann auch kein Priming erfolgen. Muniz et al. (1998) erklären, dass aufgrund der theoretischen Basis sichergestellt ist, dass die Methode tatsächliche Äußerungen von SA bewertet, also eine hohe Validität aufweist. Weiterhin ist die Objektivität durch die Erstellung eines Drehbuchs mit enthaltenen Verfahrensweisen und die Bewertungsweise (Reaktion vorhanden oder nicht?) sichergestellt. Reliabilität ist grundsätzlich gegeben, kann jedoch durch Verhaltensweisen, die von den identifizierten Reaktionen abweichen, gesenkt werden. Dabei kann es z.B. vorkommen, dass ein Teilnehmer einen anderen mit einer nicht vorhergesehenen Verhaltensweise über einen wichtigen Sachverhalt informiert, diese aber nicht in das Formular aufgenommen werden kann. In so einem Fall würde die bewertete SA niedriger als die tatsächliche SA sein. SALIENT ist dementsprechend in Arbeitsbereichen, in denen die Kommunikation und Arbeitsabläufe nach standardisierten Regeln ablaufen, einfacher anzuwenden. Nachteilig ist bei der Methode, dass sie auf gut beobachtbares Verhalten und Teams limitiert ist. Außerdem dauert der Entwicklungsprozess mit den fünf Phasen lange und ist arbeitsintensiv.

Im Rettungsdienst wäre SALIENT gut anzuwenden. Die für die Anwendbarkeit vieler Methoden nachteilige kritische Situation, die zu Beginn des Rettungsdiensteinsatzes besteht, ist hier von Vorteil. Das Rettungsdienstpersonal muss Handlungen durchführen, um an Informationen zu kommen. Dabei sind für jeden Vitalparameter andere Tätigkeiten erforderlich, die sehr gut beobachtet werden können. Zur Blutdruckmessung muss eine Blutdruckmanschette angelegt werden. Um die Atmung zu kontrollieren, muss der Patient abgehört werden. Lediglich die Gedankengänge, die zur Diagnosestellung führen, sind schwer zu beobachten, wenn die Mitarbeiter darüber nicht miteinander kommunizieren.

6 Methodenvorschlag für den Rettungsdienst

Die in Kapitel 5 vorgestellten Messmethoden weisen alle Vor- und Nachteile auf. Dabei können Methodeigenschaften, die für den Arbeitsbereich Luftfahrt nachteilig sind, im Aufgabenfeld Rettungsdienst von Vorteil sein und umgekehrt.

6.1 Methodenauswahl

Die Messmethoden SART und C-SAS sind auf Grund ihrer Subjektivität für alle Arbeitsfelder ungeeignet, da eines der wichtigsten Gütekriterien - Objektivität - nicht erfüllt werden kann. SPAM und SAGAT sind objektiv und im Bereich der Luftfahrt gut anzuwenden. Allerdings ist die Anwendung im Rettungsdienst schwierig, da durch die SAGAT-Fragen Priming auftreten kann und die SPAM-Abfragetechnik nur künstlich in ein RettungsdienstszENARIO eingebaut werden könnte. SALIANT ist die unaufdringlichste der hier vorgestellten Messmethoden. Da es während der Simulation keinerlei Interaktion von Versuchsteilnehmern und Versuchsleitern gibt, ist auch die Gefahr von Priming ausgeschlossen. Die Gütekriterien Objektivität, Reliabilität und Validität werden grundsätzlich erfüllt. Der etwas aufwendige Entwicklungsprozess zur Anpassung der Methode wird durch die beschriebenen Vorteile aufgewogen. Obwohl SALIANT die Team-SAMISST, ist die Methode dennoch geeignet, um Verbesserungen in den Faktoren, die SA bedingen, vorzunehmen und Fehler auf ihren Ursprung zurückzuverfolgen. Teamarbeit ist außerdem explizit im Rettungsdienst gefordert. Dem Patienten wird nicht geholfen, wenn die SA der behandelnden Personen hoch ist, sie aber nicht im Team zusammenarbeiten können. Aus diesen Gründen wird SALIANT als Messmethode für den Rettungsdienst vorgeschlagen und im folgenden Kapitel die Anpassung an diesen Arbeitsbereich beschrieben.

6.2 Anpassung von SALIANT auf den Rettungsdienst

Zur Anpassung von SALIANT auf den Rettungsdienst bietet es sich an, die fünf Phasen des von Muniz et al. (1998) beschriebenen Entwicklungsprozesses zu durchlaufen.

6.2.1 Sammlung von Verhaltensindikatoren

Die Verhaltensindikatoren, die theoretisch mit Team-SA in Verbindung gebracht werden, wurden von den Entwicklern der Methode Muniz et al. (1998) in fünf Kategorien eingeteilt und sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tab. 1: Verhaltensindikatoren von Team-SA

<p>Kenntnis der Umgebung demonstrieren</p> <ul style="list-style-type: none"> • Überwachung der Umgebung auf Veränderungen, Trends und Unregelmäßigkeiten • Bewusstsein über Arbeitsumgebung demonstrieren
<p>Probleme erkennen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Probleme melden • potenzielle Problemursachen bestimmen • Wissen um Konsequenzen des Problems demonstrieren • Unstimmigkeiten klären • Abweichungen bemerken
<p>Handlungsbedarf voraussehen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Handlungsbedarf erkennen • Konsequenzen von Handlungen und Entscheidungen voraussehen • Andere über ausgeführte Handlungen informieren • Handlungen überwachen
<p>Wissen über Aufgaben demonstrieren</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wissen über Aufgaben demonstrieren • qualifizierte Zeiteinteilung der Aufmerksamkeit zwischen Aufgaben aufweisen • Arbeitsbelastung überwachen (sich & andere) • Arbeitsbelastung verteilen • Fragen umgehend beantworten
<p>Kenntnis von Informationen demonstrieren</p> <ul style="list-style-type: none"> • wichtige Informationen kommunizieren • wenn möglich, Informationen bestätigen • zweifelhafte Informationen in Frage stellen • alte Informationen nachprüfen • Informationen im Voraus zur Verfügung stellen • Informationen zum aktuellen Geschehen einholen • Verständnis von komplexen Zusammenhängen demonstrieren • häufig von der Lage unterrichten

Einige dieser Indikatoren für gute SA finden sich auch in den 15 CRM Leitsätzen von Rall et al. (2009) wieder und bekräftigen die theoretische Verbindung der Indikatoren mit dem Konstrukt SA. Einige mit den Indikatoren direkt übereinstimmende Leitsätze sind z.B.: „Kenne deine Arbeitsumgebung“, „Verteile die Arbeitsbelastung“, „Habe Zweifel und überprüfe genau“, „Re-evaluiere die Situation immer wieder“ und „Achte auf gute Teamarbeit – andere unterstützen und sich koordinieren“.

Um die in Tabelle 1 dargestellten, allgemeinen Verhaltensindikatoren in spezifische, beobachtbare Reaktionen im Rettungsdienst umzuwandeln, müssen im nächsten Schritt Szenario-Ereignisse entwickelt werden, auf die die Versuchsteilnehmer reagieren sollen.

6.2.2 Entwicklung von Szenario-Ereignissen

Das Szenario zur Messung der Team-SA muss Komplexität, Dynamik und gegenseitige Abhängigkeit von Team-Mitgliedern aufweisen. Für die Entwicklung eines solchen Szenarios, sollte laut Muniz et al. (1998) zusätzlich ein Experte mit Fachwissen herangezogen werden und eine Team-Aufgaben-Analyse durchgeführt werden. Da es in dieser Arbeit hauptsächlich um einen Methodenvorschlag geht, handelt es sich bei folgenden Ausführungen um Ideen, Ansätze und Empfehlungen zur Szenario-Entwicklung, die den Grundstein für die Weiterentwicklung unter Einbeziehung eines ausgebildeten Mediziners als Experten bilden.

Das Szenario beginnt mit dem Eintreffen des Rettungsdienstes am Einsatzort. Im Vorwege hat das Team den Einsatzbefehl mit einer Einsatzmeldung erhalten. Die Einsatzstelle sollte keine Gefährdungen (Straßenverkehr, giftige Substanzen, Feuer, Streitigkeiten von Personen etc.) aufweisen. Das Team besteht entweder aus einem Rettungsassistenten und einem Rettungssanitäter (Mindestbesetzung von Krankenkraftwagen bei der Notfallrettung nach §21, HmbRDG) oder aus zwei Rettungsassistenten. In einem Team mit zwei gleichqualifizierten Mitgliedern ist es besonders interessant, deren Arbeitsteilung zu beobachten, da sie sich nicht durch unterschiedliche Berechtigungen von selbst ergibt, wie es bei der Konstellation Rettungsassistent und Rettungssanitäter der Fall wäre.

Anders als in der Luftfahrt müssen für ein Szenario im Rettungsdienstbereich zunächst keine besonderen Ereignisse vorliegen, um die Teilnehmer in die erste kritische Situation zu versetzen und bestimmte Verhaltensindikatoren hervorzurufen. Das Eintreffen an der Einsatzstelle stellt als erstes Ereignis bereits eine solche Situation dar, die es zu bewältigen gilt.

Nachdem die erste kritische Situation gemeistert ist und der Notfall medizinisch eingeordnet werden konnte, werden im späteren Verlauf der Behandlung, während diagnosespezifische Maßnahmen (z.B. Legen eines Zugangs, Medikamentengabe) abgearbeitet werden, Ereignisse simuliert, die zu einer erneuten kritischen Situation führen. Es kann sich dabei um medizinische oder auch andere Ereignisse handeln. Medizinische Ereignisse sollten natürlich zum Krankheitsbild des Patienten passen und den Gesetzen der Humanbiologie entsprechen. Beispielhafte Ereignisse können sein:

- Herzrhythmusstörungen
- Herzkreislaufstillstand
- plötzlich auftretende Blutungen
- Atemstillstand
- Blutdruckabfall
- Angehöriger stört die Behandlung
- notwendiges Medikament ist nicht auffindbar
- Transport durch Defekt am Fahrzeug nicht möglich

6.2.3 Identifizierung von spezifischen, beobachtbaren Reaktionen

Die spezifischen, beobachtbaren Reaktionen der Teilnehmer entstehen durch die Verknüpfung der Verhaltensindikatoren in Tabelle 1 mit den Szenario-Ereignissen. Dabei werden die allgemein gehaltenen Formulierungen der Indikatoren in konkret benannte Reaktionen übertragen.

Das erste Ereignis, Eintreffen an der Einsatzstelle, veranlasst bereits sehr viele Reaktionen der Teilnehmer. Da im Rettungsdienst bei Einsatzbeginn ein Informationsdefizit besteht, geht es in dieser Phase zunächst um die Beschaffung von Informationen zum Gesundheitszustand des Patienten, die hauptsächlich durch Reaktionen charakterisiert werden, die folgenden Indikatoren entsprechen:

- Informationen zum aktuellen Geschehen einholen
- wichtige Informationen kommunizieren
- potenzielle Problemursachen bestimmen

Die Umsetzung dieser Indikatoren in spezifische Reaktionen wird durch die standardisierten Handlungsempfehlungen begünstigt, nach denen Rettungsdienstmitarbeiter bei der Erstuntersuchung vorgehen (ABCDE-Schema). Die Untersuchung der lebenswichtigen Vitalfunktionen bringt standardisierte Handlungen mit sich, die gut zu beobachten sind. Der Buchstabe A, der für Airway (Atemweg) steht, beinhaltet die Atemkontrolle, die Freimachung und Freihaltung des Atemwegs und das Anlegen einer Halskrause (bei einem Trauma).

Nach oder schon während der Erstuntersuchung werden außerdem zunehmend Reaktionen der Kategorie „Handlungsbedarf voraussehen“ auftreten. Bei der Diagnosefindung geht es vermehrt um den Indikator „Verständnis von komplexen Zusammenhängen demonstrieren“. Für die vollständige Aufzählung der spezifischen Reaktionen eines Szenarios bedarf es einer genauen Beschreibung des Ablaufs und der Ereignisse. Erst wenn die Szenario-Entwicklung ganz abgeschlossen ist, können alle zu erwartenden Reaktionen identifiziert werden. Sie können dann in einer Tabellenform aufgelistet werden.

Als Beispiel sind in Tabelle 2 spezifische Reaktionen auf das Ereignis „HerzKreislaufstillstand beim Erwachsenen“ aufgeführt. Dabei sind die Reaktionen in die fünf Kategorien aus Tabelle 1 eingeteilt. Die Kategorie „Kenntnis der Umgebung demonstrieren“ wurde ausgelassen, da keine zu erwartende Reaktion diese Kategorie betrifft. Die grundlegenden Handlungsempfehlungen für diesen Notfall wurden dem dazugehörigen Algorithmus von Peters & Runggaldier (2012) entnommen.

Tab. 2: zu erwartende, spezifische Reaktionen bei HerzKreislaufstillstand

Verhaltensindikatoren	Kategorien			
	<i>Probleme erkennen</i>	<i>Handlungsbedarf voraussehen</i>	<i>Wissen über Aufgaben demonstrieren</i>	<i>Kenntnis von Informationen demonstrieren</i>
<i>Probleme melden</i>	Teammitglied erkennt und meldet HerzKreislaufstillstand			
<i>Wissen um Konsequenzen des Problems demonstrieren</i>	Teammitglied fordert Notarzt nach			
<i>Handlungsbedarf erkennen</i>		Teammitglied verbalisiert die Notwendigkeit einer Herzdruckmassage (HDM)		
<i>Wissen über Aufgaben demonstrieren</i>			Teammitglied führt die HDM richtig aus (5-6cm tief, 100-120/min)	
<i>Arbeitsbelastung verteilen</i>			Teammitglieder wechseln sich alle 3-5min ab	
<i>Arbeitsbelastung überwachen</i>			Teammitglied verbalisiert die notwendige Ablösung nach 3-5min	
<i>Handlungsbedarf erkennen</i>		Teammitglied verbalisiert die Notwendigkeit der Legung eines Tubus zur Beatmung		
<i>Wichtige Informationen kommunizieren</i>				Teammitglied verbalisiert den Bedarf eines Tubus in der richtigen Größe (z.B. Standardgröße Erwachsener 7,5mm)
<i>Informationen bestätigen</i>				Teammitglied wiederholt die Größe des Tubus bei Übergabe an Teampartner
<i>Handlungen überwachen</i>		Lagekontrolle des Tubus durch Kapnometrie und Auskultation		
<i>Handlungen überwachen</i>		Herzrhythmusanalyse mittels EKG-Ableitung		

6.2.4 Entwicklung eines Drehbuchs

Für das entwickelte Szenario wird ein Drehbuch geschrieben, das die genauen Zeitpunkte für das Eintreten der Ereignisse beinhaltet. Außerdem werden hier die Informationen festgelegt, die die Teilnehmer zu Beginn des Versuchs erhalten und Anweisungen für die Versuchsleiter gegeben, damit diese wissen, wie sie mit den Teams umgehen sollen. Das Drehbuch stellt sicher, dass die Versuchsdurchführung für alle Versuchsteilnehmer unter den gleichen Bedingungen abläuft und so empirisch brauchbare Ergebnisse erzielt werden.

6.2.5 Entwicklung eines Beobachter-Formulars

Das Beobachter-Formular umfasst alle in Phase drei des SALIANT-Entwicklungsprozesses identifizierten Reaktionen der Teilnehmer. Die Reaktionen sind chronologisch nach den Ereignissen und dem erwarteten Eintreffzeitpunkt angeordnet. Muniz et al. (1998) geben jeder Reaktion im Beobachter-Formular einen Code, der sie mit einem Verhaltensindikator und dessen Kategorie aus Tabelle 1 verknüpft. Die Kategorien werden der Reihenfolge nach mit 1-5 beziffert. Die Indikatoren erhalten ebenso laufende Nummern in ihrer jeweiligen Kategorie. Die Beobachter kreuzen während des Versuchs alle Reaktionen an, die zu beobachten waren. Tabelle 3 zeigt ein Beispiel für das Beobachter-Formular am Ereignis „HerzKreislaufstillstand beim Erwachsenen“.

Tab. 3: Beispiel für ein Beobachter-Formular

Ereignis	Reaktion	Code	Beobachtet?
HerzKreislaufstillstand	Teammitglied erkennt und meldet HerzKreislaufstillstand	2.1	✓
	Teammitglied fordert Notarzt nach	2.3	✓
	Teammitglied verbalisiert die Notwendigkeit einer Herzdruckmassage (HDM)	3.1	-
	Teammitglied führt die HDM richtig aus (5-6cm tief, 100-120/min)	4.1	✓
	Teammitglieder wechseln sich alle 3-5min ab	4.4	✓
	Teammitglied verbalisiert die notwendige Ablösung nach 3-5min	4.3	✓

7 Fazit und Ausblick

Diese Arbeit zeigt, dass das Konstrukt SA ein wichtiges Element bei der Ausführung und Lösung von Aufgaben und Problemen ist. Je komplexer und dynamischer eine Aufgabe ist, desto mehr hilft eine ausgeprägte SA bei der erfolgreichen Ausführung.

Ogleich gezeigt wurde, dass sich die komplexen Arbeitsbereiche Luftfahrt und Rettungsdienst in einigen wesentlichen Punkten unterscheiden, existiert kein Zweifel an der Wichtigkeit von SA für den Rettungsdienst. Die Hauptunterschiede, die darin bestehen, dass im Rettungsdienst der Notfall der Normalfall ist und das Leben der Einsatzkräfte grundsätzlich nicht gefährdet ist, senken den Bedarf an SA gegenüber der Luftfahrt nicht.

Die Übertragung von Messmethoden aus der Luftfahrt auf den Rettungsdienst gestaltete sich aufgrund dieser Unterschiede jedoch schwieriger. Die Situation zu Beginn eines Rettungsdiensteinsatzes ist wegen des Informationsdefizits mit keiner Situation aus der Luftfahrt gleichzusetzen. Erst wenn die Vitalfunktionen des Patienten überwacht werden können, ist die Situation der im Cockpit, mit ständig vorhandenen Monitordaten, ähnlich. Da der größte Bedarf an SA im Rettungsdienst jedoch direkt zu Beginn des Einsatzes benötigt wird, um den wichtigen Überblick über die Lage zu bekommen, ist eine Messmethode erforderlich, die genau zu diesem Zeitpunkt angewendet werden kann. Diese Voraussetzung machte die Anwendung vieler Methoden aus der Luftfahrt bereits unmöglich.

Die Übertragung von SALIANT erschien unter diesen Umständen am sinnvollsten, da bei dieser Methode die erforderlichen Handlungen für die Schließung des Informationsdefizits zu Beginn des Einsatzes bereits als Indikatoren für SA betrachtet werden. Außerdem sind die Verhaltensindikatoren, die von Muniz et al. (1998) als relevant für Team-SA in der Luftfahrt eingestuft wurden, ebenso bedeutsam im Rettungsdienst und konnten deshalb übernommen werden. SAGAT, die sich in mehreren Studien als eine valide, reliable und

objektive Messmethode erwiesen hat, war zuerst die favorisierte Methode für die Übertragung auf den Rettungsdienst, wurde aber aufgrund der Priming-Gefahr durch die Fragen und der Aufdringlichkeit durch die Unterbrechungen wieder verworfen.

In Anknüpfung an diese Arbeit sollte die auf den Rettungsdienst angepasste Version von SALIANT in einem Szenario getestet werden, um deren Anwendbarkeit zu überprüfen und eventuell auftretende Mängel zu beheben. Ist dieser Test erfolgreich, können in darauffolgenden Messungen die Auswirkungen von SA-beeinflussenden Faktoren bestimmt werden. So könnte z.B. die Auswirkung eines neuen Trainingsmoduls zu Verbesserung der Kommunikation in einem Vorher-Nachher-Vergleich erfasst oder die Verwendbarkeit von zwei neuen Beatmungsgeräten verschiedener Hersteller verglichen werden, um die bestmögliche Voraussetzung für die Patientenversorgung zu schaffen.

Für die Messung von individueller SA kann SALIANT nur bedingt eingesetzt werden, daher wäre es sinnvoll, zusätzlich eine Methode zu entwickeln, mit der dies möglich ist. Die Beobachtung der SA-Qualität eines einzelnen Rettungsdienstmitarbeiters kann z.B. Aufschluss über seine Trainingserfolge oder generelle Eignung für den Beruf geben. Dabei sollte noch einmal in der Praxis überprüft werden, ob SAGAT für die Messung von SA im Rettungsdienst tatsächlich ungeeignet ist oder sich die theoretischen Bedenken als unbedeutend herausstellen. In einem medizinischen Bereich wurde SAGAT bereits getestet und erfolgreich angewendet. Wright, Taekman & Endsley (2004) passten die Methode auf die Anwendung im OP an, um die SA von Anästhesisten zu messen. Auch sie betonen die Wichtigkeit eines adäquaten Situationsbewusstseins im medizinischen Bereich und fordern weitere Untersuchungen, um valide Methoden zur Erfassung von SA zu erhalten.

Diese Arbeit stellt die Basis für eine solche Methode bereit. Da sich SALIANT in der Luftfahrt als valide, objektiv und reliabel herausgestellt hat, ist die Einhaltung dieser Gütekriterien auch bei der Anwendung der Version für den Rettungsdienst

zu erwarten. Sollte sich diese Erwartung bestätigen, wurde mit dieser Arbeit ein weiterer, wichtiger Schritt für mehr Sicherheit und Qualität in der Patientenversorgung getan.

8 Literaturverzeichnis

- Bowers, C. A., Braun, C. & Kline, P. B. (1994) Communication and Team Situational Awareness. In R. D. Gilson, D. J. Garland & J. M. Koonce (Hrsg.), *Situational awareness in complex systems* (S. 305-311). Daytona Beach, Florida: Embry-Riddle Aeronautical University Press.
- Buerschaper, C., Hofinger, G., St. Pierre, M. (2011). *Notfallmanagement: Human Factors und Patientensicherheit in der Akutmedizin*. Berlin: Springer.
- Bühner, M. (2004). *Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion*. München: Pearson Studium.
- Christmann, U. (1999). Wahrnehmung, Kognition, Metakognition. In Norbert Groeben (Hrsg.) *Kölner Psychologische Studien: Beiträge zur natur-, kultur-, sozialwissenschaftlichen Psychologie*. Jahrgang IV, 1999, Heft 1. Köln.
- Dominguez, C. (1994). Can SA be defined? In *Situation Awareness: papers and annotated bibliography* (S. 5-15). Springfield, Virginia.
- Endsley, M. R. (1988). Design and evaluation for situation awareness enhancement. In *Proceedings of the Human Factors Society 32nd Annual Meeting* (S. 97-101). Santa Monica, Kalifornien.
- Endsley, M. R. (1990a) Predictive utility of an objective measure of situation awareness. In *Proceedings of the Human Factors Society 34th Annual Meeting* (S. 41-45). Santa Monica, Kalifornien.
- Endsley, M. R. (1990b). A methodology for the objective measurement of situation awareness. In *Situational awareness in aerospace operations (AGARD-CP-478)* (S. 1/1-1/9). Neuilly Sur Seine, Frankreich: NATO Advisory Group for Aerospace Research and Development.
- Endsley, M. R. (1994). Situation awareness in dynamic human decision making: Measurement. In R. D. Gilson, D. J. Garland & J. M. Koonce (Hrsg.), *Situational awareness in complex systems* (S. 79-97). Daytona Beach, Florida: Embry-Riddle Aeronautical University Press.
- Endsley, M. R. (1995a). A taxonomy of situation awareness errors. In R. Fuller, N. Johnston & N. McDonald (Hrsg.), *Human Factors in Aviation Operations* (S. 287-292). Aldershot, England: Avebury Aviation, Ashgate Publishing Ltd.
- Endsley, M. R. (1995b). Toward a theory of situation awareness in dynamic systems. In *Human Factors* 37(1), S. 32-64.
- Endsley, M. R. (1995c). Measurement of situation awareness in dynamic systems. In *Human Factors* 37(1), S. 65-84.

- Endsley, M. R. (1996). Situation awareness measurement in test and evaluation. In T. G. O'Brien & S. G. Charlton (Hrsg.), *Handbook of human factors testing and evaluation* (S. 159-180). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Endsley, M. R. (2000a). Theoretical Underpinnings of Situation Awareness: A critical review. In M. R. Endsley & D. J. Garland (Hrsg.), *Situation awareness and measurement* (S. 3-32). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Endsley, M. R. (2000b). Direkt Measurement of Situation Awareness: Validity and Use of SAGAT. In M. R. Endsley & D. J. Garland (Hrsg.), *Situation awareness and measurement* (S. 147-173). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Endsley, M. R., Selcon, S. J., Hardiman, T. D. & Croft, D. G. (1998). A comparative evaluation of SAGAT and SART for evaluations of situation awareness. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*. Santa Monica, Kalifornien.
- Fracker, M. L. (1991). *Measures of situation awareness: Review and future directions*. (AL-TR-1991-0128). Wright-Patterson AFB, Ohio: Armstrong Laboratory, Crew Systems Directorate.
- Jeannot, E., Kelly, C. & Thompson, D. (2003). *The development of situation awareness measures in ATM systems*. Brussels: Eurocontrol.
- Jensen, R. S. (1982). Pilot Judgment: Training and Evaluation. In *Human Factors* 24(1), S. 61-73.
- Klusendick, M. (2007). Kognitionspsychologie. Einblicke in mentale Prozesse. In E. Balzer & G. Naderer (Hrsg.), *Qualitative Marktforschung in Theorie und Praxis: Grundlagen, Methoden und Anwendungen* (S. 105-117). Wiesbaden: Gabler.
- Muniz, E. J., Stout, R. J., Bowers, C. A. & Salas, E. (1998). A methodology for measuring team situational awareness: Situational Awareness Linked Indicators Adapted to Novel Tasks (SALIENT). In *Collaborative Crew Performance in Complex Operational Systems (RTO MP-4)* (S. 11/1-11/8). Neuilly Sur Seine, Frankreich: NATO Research and Technology Organization.
- Peters, O. & Runggaldier, K. (2012). *Algorithmen im Rettungsdienst: Die 28 wichtigsten Notfälle* (4. Aufl.). München: Elsevier, Urban & Fischer
- Prince, C. & Salas, E. (2000). Team situation awareness, errors and crew resource management: Research integration for training guidance. In M. R. Endsley & D. J. Garland (Hrsg.), *Situation awareness and measurement* (S. 325-347). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

- Rall, M. & Gaba D. M., Howard, S. K. & Dieckmann, P. (2009). Human Performance and Patient Safety. In R. D. Miller (Hrsg.), *Miller's Anesthesia 7th Edition* (S. 93-150). Philadelphia, PA: Elsevier, Churchill Livingstone
- Salas, E., Stout, R. J. & Cannon-Bowers, J. A. (1994). The Role of Shared Mental Models in Developing Shared Situational Awareness. In R. D. Gilson, D. J. Garland & J. M. Koonce (Hrsg.), *Situational awareness in complex systems* (S. 297-304). Daytona Beach, Florida: Embry-Riddle Aeronautical University Press.
- Sarter, N. B. & Woods, D. D. (1994). "How in the world did I ever get into that mode?" Mode Error and Awareness in Supervisory Control. In R. D. Gilson, D. J. Garland & J. M. Koonce (Hrsg.), *Situational awareness in complex systems* (S. 111-123). Daytona Beach, Florida: Embry-Riddle Aeronautical University Press.
- Schermelleh-Engel, K. & Werner, C. (2007). Methoden der Reliabilitätsbestimmung. In H. Moosbrugger & A. Kelava (Hrsg.). *Testtheorie und Fragebogenkonstruktion*. Heidelberg: Springer.
- Selcon, S. J. & Taylor, R. M. (1990). Evaluation of the situational awareness rating technique (SART) as a tool for aircrew systems design. In *Situational awareness in aerospace operations (AGARD-CP-478)* (S. 5/1-5/8). NATO Advisory Group for Aerospace Research and Development.
- Taylor, R. M. (1990). Situational awareness rating technique (SART): The development of a tool for aircrew systems design. In *Situational awareness in aerospace operations (AGARD-CP-478)* (S. 3/1-3/17). Neuilly Sur Seine, Frankreich: NATO Advisory Group for Aerospace Research and Development.
- Uhlarik, J., & Comerford, D.A. (2002). *A review of situation awareness literature relevant to pilot surveillance functions*. (Report No. DOT/FAA/AM-02/3). Office of Aerospace Medicine, Washington, D.C.: Federal Aviation Administration.
- Wright, M. C., Taekman, J. M. & Endsley, M. R. (2004). *Objective measures of situation awareness in a simulated medical environment*. *Qual Saf Health Care* 2004, 13 (S. i65-i71).