

Der Einsatz Synthetischer Aufgabenumgebungen zur Untersuchung kollaborativer Prozesse in Leitzentralen am Beispiel der "generic Control Center Task Environment" (ConCenT)

Dirk Schulze Kissing, Carmen Bruder

*Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Luft- und Raumfahrtpsychologie, Hamburg, Deutschland
(Tel: +49-40-51309626; e-mail: dirk.schulze-kissing@dlr.de).
(Tel: +49-40-51309661; e-mail: carmen.bruder@dlr.de).*

Abstract: Leitzentralen sind sozio-technische Systeme, deren Effektivität in großem Maße von den Fähigkeiten ihrer Mitarbeiter zum koordinierten Handeln abhängt. Es wurde eine synthetische Aufgabenumgebung ConCenT entwickelt, welche darauf ausgelegt ist, Koordinationsmuster im kognitiven System „Team“ im Kontext einer sich entfaltenden Aufgabenbearbeitung anhand von übergeordneten Blickbewegungsmustern erkennbar und messbar zu machen. Der Schwerpunkt des Beitrags liegt in der Vorstellung des Entwicklungsprozesses und der Versuchsumgebung ConCenT (generic Control Center Task Environment) und endet mit einem Ausblick auf geplante experimentelle Studien.

1. EINLEITUNG

Leitzentralen sind sozio-technische Systeme, deren Mitarbeiter in unterschiedlichen Rollen die für den Betriebsablauf eingesetzten Einheiten (Personal und Technik) entsprechend eines Zeitplans oder in Reaktion auf unvorhergesehene Ereignisse räumlich und zeitlich koordinieren (vgl. Suchman, 1997; siehe hierzu auch Smith, McCoy, & Orasanu, 2001). In integrierten Leitzentralen werden Entscheidungsträger, die oftmals gegensätzliche oder konkurrierende Ziele verfolgen, in eine zentrale Einheit zusammengeführt. Hierdurch wird eine Verbesserung der Koordination von miteinander in Beziehung stehenden operativen Prozessen angestrebt. Beispiele hierfür sind Operationelle Zentren zur Koordination der operativen Prozesse an einem Flughafen.

Ein Großteil der Koordination der von unterschiedlichen Organisationseinheiten verwalteten operativen Prozesse erfolgt über im Voraus festgelegte Zeitpläne, bei deren Erstellung jedoch auf Prognosen zurückgegriffen werden muss. Da die Entwicklung des dynamischen Umfelds, innerhalb dessen die für die operativen Prozesse eingesetzten Agenten handeln, nur ungenau prognostiziert werden kann, treten immer wieder ungeplante, bzw. unvorhergesehene Ereignisse auf. Die Leitzentralenteams greifen, im Sinne eines ‚Management by Exception‘ (vgl. Dekker & Woods, 1999) nur bei solchen Abweichungen von einem zeitlich vorausgeplanten und durch Agenten (Menschen oder Automatisierung) umgesetzten Prozess ein.

Auch wenn die Gruppen innerhalb einer integrierten Leitzentrale die operativen Prozesse ihres Bereichs eigenständig bearbeiten, ist es gleichzeitig für den Erfolg des Gesamtsystems erforderlich, dass sie ihre Entscheidungen und Handlungen koordinieren, damit sie ihre gemeinsamen, bzw. geteilten Ziele erreichen können (vgl. Orasanu & Salas,

1993). Daher geht einem Eingriff oftmals ein Prozess kollaborativen Entscheidens voraus.

Beim kollaborativen Entscheiden müssen die Entscheidungsträger darin übereinkommen, wie die aufeinander bezogenen operativen Prozesse an das veränderte dynamische Umfeld angepasst werden können. Hierzu muss die in der Gruppe verfügbare Information gesammelt, verarbeitet, integriert und mitgeteilt werden. Die den Entscheidungsträgern verfügbare Information überschneidet sich hierbei in der Regel nur teilweise. Erst deren Austausch ermöglicht es, die systemischen Wechselwirkungen der verteilten operativen Prozesse zu berücksichtigen (vgl. Obradovich & Smith, 2002).

Durch ein besseres Verständnis des kognitiven Systems „Team“ können psychologische Ansätze einen Beitrag dazu leisten, wie effektiv aufeinander bezogene operative Prozesse in den sozio-technischen Systemen „Integrierte Leitzentrale“ gemanagt werden.

2. THEORIE

Mit dem Shared Mental Model Ansatz (Cannon-Bowers, Salas, & Converse, 1993) versucht man zu erklären und zu verstehen, wie Gruppen in komplexen, dynamischen und oftmals ambigen Umwelten effektiv zu Entscheidungen kommen. Demnach benötigen Gruppenmitglieder ein gemeinsames, bzw. geteiltes Bewusstsein über die Situation, sowie über die Rollen, Aufgaben und Handlungen der anderen Gruppenmitglieder. Cannon-Bowers et al. (1993) betonen, dass die wichtigste Funktion solcher mentaler Modelle darin besteht, bei den einzelnen Teammitgliedern geteilte Erwartungen bezogen auf die Aufgabe und das Verhalten des Teams zu erzeugen. Hierbei ist zunächst wesentlich, dass innerhalb eines komplexen Multioperateur-Systems, wie einer integrierten Leitzentrale, jene mentalen Modelle geteilt werden die beschreiben, wann und wie die Gruppenmitglieder miteinander interagieren müssen, um das

3. METHODE

Aufgabenziel zu erfüllen, beispielsweise im Rahmen eines kollaborativen Entscheidungsprozesses. Bezüglich der Verarbeitung und Integration der in einem kollaborativen Entscheidungsprozess ausgetauschten Information können die Gruppenmitglieder wiederum auf unterschiedlichste mentale Modelle zurückgreifen, die sich aus ihrer jeweiligen Funktionszuweisung ergeben (vgl. Cannon-Bowers et al., 1993).

Für die effektive und effiziente Durchführung kollaborativer Entscheidungsprozesse sollte das hieran beteiligte Team die Kriterien guter Teamarbeit erfüllen. Hierzu zählt unter anderem, dass sich die Beteiligten ihre Leistungen überwachen und Selbstkorrekturen ausführen, Rückmeldungen anbieten, sich über ihre Rollen- und Funktionszuweisungen klar sind, sich an Änderungen in der Aufgabe oder Teambesetzung anpassen, effektiv kommunizieren, zu einem gemeinsamen Verständnis der Situation und der Handlungsabläufe gelangen, die Handlungen und Bedarfe der anderen Beteiligten vorhersehen und ihr Handeln koordinieren (vgl. Zsombok, 1997).

Die Perspektive der „Team Kognition“ (vgl. Cooke, Gorman, Myers, & Duran, 2013) bietet einen weiteren Ansatz zur Erklärung und zum Verständnis von kollaborativen Entscheidungsprozessen in integrierten Leitzentralen. Während der methodische Ansatz zur Untersuchung geteilter mentaler Modelle im Nachbilden der individuellen Wissensrepräsentationen der Teammitglieder besteht, deren Übereinstimmung anschließend geprüft wird, setzt die Forschung zur Team Kognition methodisch bei der Erfassung der sich bei der Aufgabenbearbeitung entfaltenden Interaktionen an. Diesem Ansatz liegt die theoretische Annahme zugrunde, dass ein Team als ein kognitives System betrachtet werden kann, welches das Phänomen der Team Kognition hervorbringt. Dieses Phänomen bilde sich nicht auf der Ebene der Repräsentationen individueller Agenten ab, sondern entstehe vielmehr als emergentes Muster aus den Interaktionen der Individuen. Das individuelle Verhalten wiederum werde durch diese emergenten Verhaltensmuster auf der Team-Ebene bedingt.

Das Phänomen der Team Kognition, so Cooke et al (2013) weiter, entfaltet sich über die Zeit hinweg, wobei Änderungen in den Team-Verhaltensmuster, die emergentes Systemverhalten widerspiegeln, sich über einen kürzeren Zeitraum hinweg nachweisen lassen sollten als Änderungen in den individuellen Verhaltensmustern, welche stärker durch individuelle Wissensstrukturen bestimmt werden. Cooke et al (2013) sagen daher voraus, dass sich individuelle Verhaltensmuster langsamer ändern als Teamverhaltensmuster.

Cooke et al. (2013) postulieren, dass Team Kognition im Kontext der sich entfaltenden Aufgabenbearbeitung gemessen werden sollte, mit einem Fokus auf den Prozessen die auf der Team Ebene ablaufen, und nicht auf relativ statische Repräsentationen.

3.1.1 Integrierte Blickdatenanalyse

Um die kollaborativen Entscheidungsprozesse in Leitzentralen besser zu verstehen und zu erklären, und damit von psychologischer Seite zur Optimierung der Zusammenarbeit beizutragen, erscheint es aus der Perspektive des „Team Kognition“-Ansatzes vielversprechend, die hieran beteiligten Interaktionen zwischen Teammitgliedern objektiv über Blickdatenmessung zu erfassen. Blickdaten können wichtige objektive Verhaltensmaße zur Bestimmung der Güte der Zusammenarbeit innerhalb einer Gruppe liefern (siehe z.B. Hauland, 2008). Cooke und Gorman (2009) besprechen Blickbewegungsmessung ebenfalls als eine Methode zur Erfassung von Ereignisdaten, anhand derer Interaktionen in Teams systematisch beschrieben werden können.

Eine erste Zielstellung der hier vorgestellten Arbeiten besteht in der Erfassung der Team Kognition als einer emergenten dynamischen Aktivität (Cooke et al., 2013) mittels integrierter Blickdatenmessung. Gesucht wird eine Metrik, um Koordinationsmuster innerhalb von Gruppen sichtbar zu machen und diese von individuellen Verhaltensmustern abzugrenzen. Hierzu wird eine synthetische Aufgabenumgebung entwickelt, der ein normatives kognitives Aufgabenmodell zugrunde gelegt werden kann. Die Sequenz der Blickdaten innerhalb der Gruppe während einer Aufgabenbearbeitung können im Sinne eines Tracings (vgl. hierzu Salvucci & Anderson, 2001) mit den Vorhersagen des normativen kognitiven Aufgabenmodells verglichen werden.

3.1.2 Synthetische Aufgabenumgebung ConCenT

Da bei einer Messung von Interaktionen im Feld aus Gründen der Praktikabilität nicht auf eine integrierte Blickmessarchitektur zurückgegriffen werden könnte, wurde eine synthetische Aufgabenumgebung als Untersuchungsansatz gewählt.

Nach Hess et al. (2005; siehe auch Cooke & Shope, 2004; Hess, MacMillan, Elliott, & Schiflett, 1999) sollten bei der Entwicklung einer synthetischen Aufgabenumgebung die wesentlichen Aufgabenmerkmale, sowohl auf einer Gruppenarbeits- als auch aus einer kognitiven Perspektive analysiert werden. Das Ergebnis dieser Analyse sind die in der synthetischen Umgebung zu simulierenden Kernelemente einer Arbeitsgruppenaufgabe.

Der Entwicklung der synthetischen Aufgabenumgebung ConCenT (generic Control Center Task Environment) ging eine Hospitationsphase voraus, in der Aufgabensituationen in unterschiedlichen Leitzentralen beobachtet wurden. In anschließenden Workshops wurden gemeinsam mit operativen Experten aus verschiedenen Bereichen, insbesondere des Verkehrswesens, die domänenübergreifenden Situationsmerkmale herausgearbeitet, in denen die Zusammenarbeit zwischen Teammitgliedern eine zentrale Anforderung darstellt. Im darauffolgenden Systementwicklungsschritt wurden die

gemeinsamen Eigenschaften der in diesen Situationen zu bearbeitenden Aufgaben abstrahiert und diejenigen Aufgabenaspekte, die besonders hervorgehoben werden sollten, identifiziert. Diese Vorgaben bildeten die inhaltlichen Anforderungen an das Design der synthetischen Aufgabenumgebung ConCenT. Eine weitere Grundlage für ConCenT lieferten an eine experimentelle Untersuchungsplattform allgemein zu stellenden methodischen Anforderungen.

Die synthetische Aufgabenumgebung ConCenT ist darauf ausgelegt, die Ausprägungen der Koordinationsmuster auf Ebene der Team-Kognition während einer gemeinsamen Aufgabenbearbeitung erkennbar und messbar zu machen. Hierzu wurde die Untersuchungsplattform mit einer weiterentwickelten, integrierten Blickanalysetechnologie ausgerüstet. Die im Feld beobachtete Verteilung von Rollen und Funktionen im Leitzentralenteam wurde in der synthetischen Aufgabenumgebung zur besseren Vergleichbarkeit der individuellen (Blick-)Verhaltensmuster nur für Teilaufgaben beibehalten.

Bei der Entwicklung wurde davon ausgegangen das bei einer Betriebsführung nach dem Ausnahmeprinzip („Management by Exception“, vgl. Dekker & Woods, 1999) im Leitzentralenteam drei Schritte erfolgen müssen: (1) eine gemeinsame Wahrnehmung einer Veränderung (von zwei oder mehreren Mitgliedern), (2) eine koordinierte Interpretation und Wahrnehmung der Veränderung (d.h., die Team-Mitglieder kommunizieren um ihre unterschiedlichen Perspektiven auf die Veränderung einzubringen und sich hieraus ein gemeinsames Bild zu machen), und (3) die Handlungen, um die zukünftigen negativen Auswirkungen dieser Veränderung zu vermeiden, wird durch eines oder mehrerer Team-Mitglieder koordiniert (vgl. Cooke et al., 2013). In diesen Ablauf wird zusätzliche kognitive Komplexität durch einen Wechsel zwischen Aufgaben-Sets induziert, indem die Interpretation Schlussfolgerungsprozesse, sowie die Fehlervermeidung Abwägprozesse auf Gruppenebene erfordern.

Entsprechend ist in ConCenT eine Leitzentrale simuliert, in der die Produktionsprozesse mehrerer auf verschiedene Standorte verteilter technischer Anlagen überwacht und kontrolliert werden. Jedes Szenario wird von drei Versuchsteilnehmern gemeinsam bearbeitet. Jeder Versuchsteilnehmer ist für die Überwachung mehrerer Produktionsbereiche verantwortlich. In jedem dieser Teilbereiche sorgen Agenten (Personal oder Automatisierung) dafür, dass Sollwerte entsprechend eines vorgegebenen Zeitplans geändert und die entsprechenden Istwerte der Produktion nachgeführt werden. Die Teilnehmer haben die Aufgabe, die Anpassung der Ist- an die Sollwerte zu überwachen und Abweichungen zu identifizieren.

Werden von einem oder mehreren Teilnehmern bei der Überwachung Abweichungen zwischen geplanten und angezeigten Betriebsabläufen gemeldet, ist es die gemeinsame Aufgabe aller Versuchsteilnehmer die Störungsursache zu ermitteln. Hierzu muss die zur Lösung dieser Diagnoseaufgabe erforderliche Information von den Gruppenmitgliedern zusammengetragen und auf die Ursache

geschlussfolgert werden. Sobald die Störungsquelle korrekt identifiziert wurde, ist es Aufgabe der Gruppe, aus einer Optionsliste die in der Situation günstigste Lösung zur Wiederherstellung des Normalbetriebs zu wählen. Zur Ermittlung der in der Situation optimalen Lösungsoption sind ein gemeinsamer Austausch und ein gemeinsames Abwägen von Information vor dem Hintergrund der bestehenden Rahmenbedingungen erforderlich.

Jeder der drei ConCenT-Arbeitsplätze verfügt über drei aufeinander folgende Ansichten, die den drei verschiedenen Aufgaben – der Überwachung, der Diagnose und der Fehlerbehebung – zugewiesen sind. Die Überwachungsansicht stellt die Default-Ansicht dar, die mit Beginn eines Experimentaldurchgangs bis zum Wechsel in den Diagnosemodus eingeblendet bleibt und nach Beenden der Fehlerbehebungsaufgabe erneut eingeblendet wird. Der Wechsel von der Überwachungs- in die Diagnoseansicht und von der Diagnose- in die Fehlerbehebungsansicht kann nur in gemeinsamer Absprache der Gruppenmitglieder ausgeführt werden.

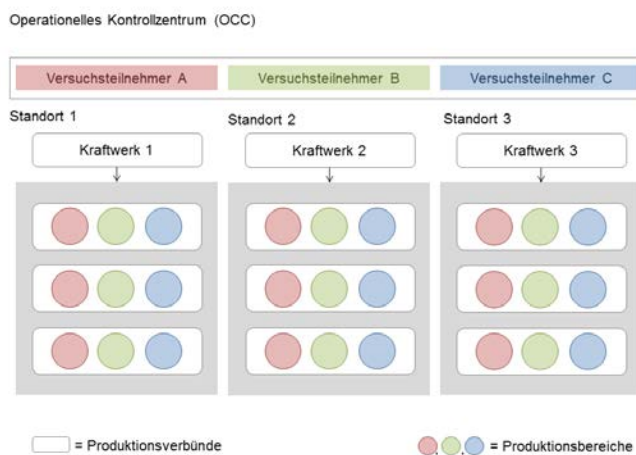


Abb. 1. Überblick über die Struktur von ConCenT

Die Gesamtheit der überwachten technischen Anlagen ist auf drei unterschiedliche Standorte verteilt (vgl. Abb. 1). Jeder Teilnehmer verantwortet an jedem der drei Standorte die Überwachung von drei Produktionsbereichen. In jedem Produktionsbereich werden drei Komponenten zu einem Endprodukt zusammengeführt.

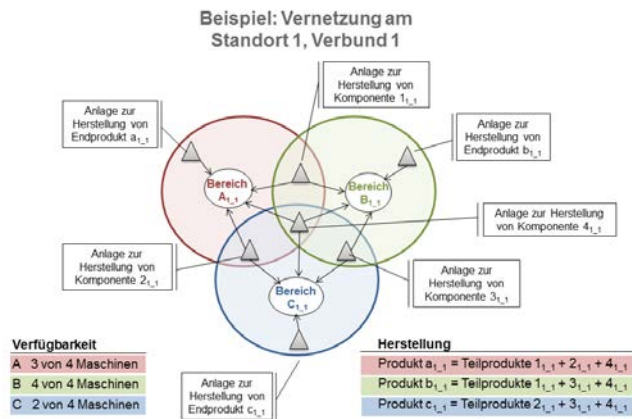


Abb. 2. Überblick der Abhängigkeiten zwischen den technischen Anlagen (Dreiecke) eines Verbundes; Teilnehmer A überwacht den Produktionsbereich für das Endprodukt „a11“ (Index= Verbund 1 am Standort 1), gebildet aus den Komponenten 111, 211 und 411; im Produktionsbereich B11 überwacht Teilnehmer B die Bildung des Endprodukts b11 aus den Komponenten 111, 311 und 411; im Produktionsbereich C11 überwacht Teilnehmer C die Bildung des Endprodukts „c11“ aus den Komponenten 211, 311 und 411.

Da die verschiedenen Produktionsbereiche zur Herstellung ihrer Endprodukte zum Teil die gleichen Komponenten benötigen, sind diese zu Verbänden zusammengestellt, in denen auf die Produktion einer für die Komponente spezialisierten technischen Anlage zurückgegriffen wird (vgl. Abb. 2). Die Herstellung der einzelnen Komponenten, sowie die Herstellung des Endprodukts erfolgt jeweils in eigenen technischen Anlagen. Die Anlagen zur Synthese des Endprodukts sind nur jeweils einem Produktionsbereich zugeordnet. Die Anlagen zur Herstellung einer bestimmten Komponente dienen hingegen jeweils mehreren Produktionsbereichen (vgl. Abb. 2).

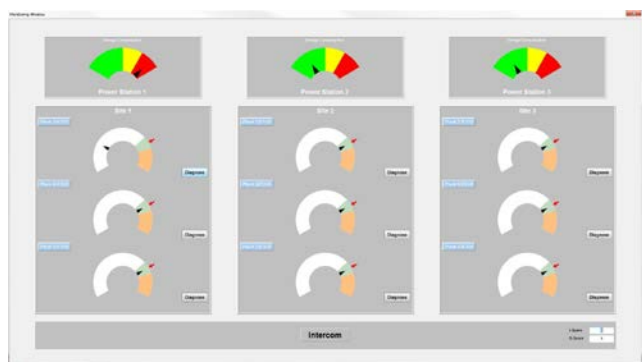


Abb. 3. ConCenT Prototyp im Überwachungsmodus; Ansicht von Teilnehmer B (Screenshot)

3.1.3 Überwachungsaufgabe

In der Überwachungsaufgabe muss jeder Teilnehmer die Produktion in den ihm zugewiesenen Bereichen im Blick haben. Für jeden Bereich steht ihm hierzu, angeordnet nach Standorten, eine Anzeige der aktuellen Ist- und Sollwerte zur

Verfügung. Jeder Standort wird durch ein Kraftwerk mit Energie versorgt. Der aktuelle Energiebedarf an dem jeweiligen Standort kann einer am oberen Bildschirmrand angeordneten Anzeige entnommen werden (vgl. Abb. 1). Sämtliche technische Anlagen eines Standortes greifen auf diese gemeinsamen Energiequellen zurück.

Während einer Anpassung eines Istwertes der Produktion an einen neuen Sollwert ist ein Anstieg des Energiebedarfs zu verzeichnen. In der Überwachungsansicht (siehe Abb. 3) wird daher die aktuelle Kraftwerksleistung zur Deckung des aktuellen Energiebedarfs angezeigt. Ist ein solcher hoher Energieanstieg auf den Verbrauch an lediglich einem Verbund zurückzuführen, so stellt dies eine Anomalie dar, die einen Ausfall von Komponenten ankündigt. Ein temporärer starker Anstieg des Energiebedarfs für die Dauer der Istwertumstellung auf einen neuen Sollwert liefert den Teilnehmern somit eine Information, ob eine Abweichung zu erwarten ist und in welchem Verbund. Diese Information ist jedoch ambig, da der gleiche Anstieg im Verbrauch auch durch mehrere parallel an einem Standort ausgeführte (aber nur von verschiedenen Arbeitspositionen sichtbaren) unkritische Istwertumstellungen zurückführbar sein kann. Z.B. addieren sich drei parallele Sollwertänderungen mit geringem Verbrauch an einem Standort zu einem starken Ausschlag an der entsprechenden Kraftwerksanzeige. Zur Disambiguierung ist ein Austausch von Information innerhalb der Gruppe erforderlich. Diese Anomalien proaktiv zu identifizieren ist eine gemeinsame Aufgabe des Teams in den Überwachungsphasen. Erkennbar wäre ein proaktives Gruppenverhalten an einer Überlappung der Aufmerksamkeitsfoki vor einem Ausfall von Komponenten. Die Auswirkung des Ausfalls auf die Produktionsleistung kann wiederum ohne den Austausch von Information von jedem Teammitglied einzeln erkannt werden.

3.1.4 Diagnoseaufgabe

Sobald ein Teilnehmer eine Abweichung zwischen Ist- und Sollwertvorgaben in einem der überwachten Produktionsbereiche erkennt, ist er aufgefordert, durch das Drücken einer zugeordneten Taste in die Diagnoseansicht zu wechseln. In diesem Moment wird den anderen Gruppenmitgliedern ein Hinweis eingeblendet, dass um einen Austausch zur Diagnose einer Produktionsstörung gebeten wird. Sobald die entsprechenden Diagnosetasten aktiviert wurden, wechseln sämtliche Teilnehmer in die Diagnoseansicht.

In der Diagnoseaufgabe (vgl. Abb. 4) erhalten die drei Teilnehmer unspezifische Statusangaben über die Anzahl der an der Produktion ihrer Einheit beteiligten technischen Anlagen die störungsfrei arbeiten. Ein Beispiel für die unspezifischen Statusangaben, die den Teilnehmern gegeben wird, ist:

- Teilnehmer A: 3 von 4 Maschinen sind verfügbar (eine Funktionsstörung)
- Teilnehmer B: 4 von 4 Maschinen sind verfügbar (keine Funktionsstörung)

- Teilnehmer C: 2 von 4 Maschinen sind verfügbar (zwei Funktionsstörungen)

Abhängig von den unspezifischen Statusangaben kann entweder eindeutig auf die betroffene technische Anlage geschlussfolgert werden oder der Sachverhalt bleibt mehrdeutig. Im letzteren Fall kann über die Darbietung von Zusatzinformationen Eindeutigkeit geschaffen werden. Die Aufgabenschwierigkeit kann hierbei wiederum durch die Verteilung der Informationen innerhalb der Gruppe und den mehr oder weniger komplexen Kontext, in dem diese Informationen zu finden sind, weiter variiert werden.

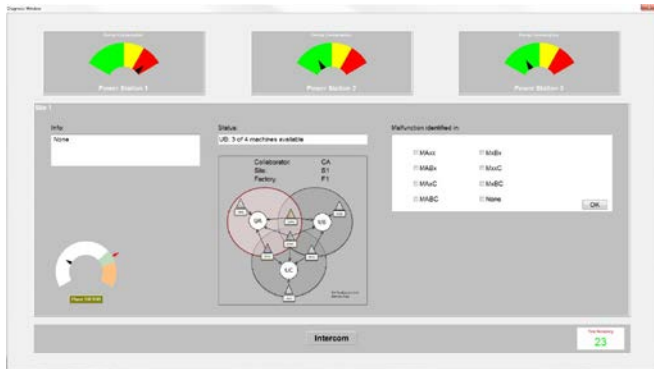


Abb. 4. ConCenT Prototyp im Diagnosemodus; Ansicht von Teilnehmer A (Screenshot)

Darüber hinaus kann während der Bearbeitung einer Diagnoseaufgabe der Handlungszeitdruck auf die Teilnehmer durch den zeitgleichen Anstieg des Energieverbrauchs an einem der Standorte erhöht werden.

Die Schlussfolgerungen bezüglich der gestörten technischen Anlagen können die Gruppenteilnehmer gemeinsam ziehen. Zur Aktivierung der Fehlerbehebungsansicht müssen die entsprechenden Angaben aber von jedem Teilnehmer individuell korrekt in das System eingegeben worden sein. Für die Bearbeitung der Diagnoseaufgabe steht den Teilnehmern eine vorgegebene Zeit zur Verfügung. Wird die Aufgabe innerhalb des Zeitrahmens korrekt bearbeitet, gewinnt die Gruppe eine gegebene Punktzahl. Wird die Aufgabe innerhalb dieser zeitlichen Vorgaben nicht abgeschlossen, erfolgt der Wechsel in die Fehlerbehebungsansicht, bei einem gleichzeitigen Punkteabzug.

3.1.5 Fehlerbehebungsaufgabe

Mit dem Einblenden der Fehlerbehebungsansicht (vgl. Bild 5) wird den Teilnehmern ein fiktives Analyseergebnis zur Ursache der Funktionsstörung in der identifizierten technischen Anlage eingeblendet. Nun werden die Teilnehmer aufgefordert, sich zwischen zwei Optionen zur Beseitigung der Fehlfunktion zu entscheiden: dem Austausch der betroffenen Einheit oder deren Reparatur. Die Auswahl dieser Optionen belastet drei vorgegebene Kostenträger in unterschiedlicher Weise: Die Personalkosten fallen bei der Wahl der Reparuroption höher aus, da hierfür Spezialisten einzusetzen sind. Die Transport und Materialkosten fallen aber verhältnismäßig geringer aus. Demgegenüber fallen die Personalkosten bei einem Austausch der betroffenen Einheit

geringer aus, da hierfür keine teuren Spezialisten eingesetzt werden müssen. Die Kosten für die Beschaffung (Material und Transport) fallen aber entsprechend höher aus. Die Teilnehmer haben nun die Aufgabe die übergreifend betrachtet kostengünstigere Variante auszuwählen. Hierzu müssen sie erneut die ihnen zur Verfügung stehende Information in die Gruppe einbringen. Die Teilnehmer können sich die Preise für die angegebenen Optionen jeweils für nur einen der Kostenträger anzeigen lassen. Darüber hinaus verfügen sie über die Informationen zum aktuellen Budget dieses Kostenträgers. Es gilt die Regel, dass der Teilnehmer, welcher Zugriff auf die Personalkosten hat, letztlich auch die Entscheidung fällt. Die Schwierigkeit der Entscheidungsaufgabe kann zusätzlich dadurch variiert werden, dass die einzelnen Budgets mehr oder weniger knapp bemessen sind und das Unterschreiten eines Mindestguthabens, bzw. eine Überbuchung eines Kostenträgers zu einem Punkteabzug führt.

Hierbei können die in der Rolle des Entscheiders stehenden Teilnehmer eine hedonistische Strategie verfolgen, indem sie darauf achten einen möglichst hohen Wert auf ihren individuellen Punktekonto zu erzielen („den größten Teil vom Kuchen abschneiden“) oder eine kooperative Strategie verfolgen, indem sie darauf achten, dass die Punktzahl, auf Kosten des eigenen individuellen Punktestandes, für die Gruppe maximiert wird („den größten Kuchen backen“).



Abb. 5. ConCenT Prototyp im Fehlerbehebungsmodus; Ansicht des für das Materialbudget verantwortlichen Teilnehmers (Screenshot)

4. AUSBLICK

Zu Beginn der experimentellen Kampagne wird exploriert, inwieweit sich mit Einsatz der oben dargestellten synthetischen Aufgabenumgebung Blickbewegungsmuster innerhalb von Gruppen identifizieren lassen. In nachfolgenden Experimenten soll dann geprüft werden, in wie weit sich in solchen Mustern Koordinationsprozesse im Sinne einer emergenten dynamischen Aktivität innerhalb des Teams (Cooke et al., 2013) abbilden und ob sich diese in ihrer zeitlichen Veränderung von individuellen Verhaltensmustern empirisch abgrenzen lassen. Mit dem Ziel, Antworten auf die Frage zu finden, welches auf individueller Ebene die Fähigkeitsanforderungen sind, die benötigt werden, um ein im positiven Sinn effektives Team-Mitglied zu werden, soll der Versuch unternommen werden, die individuellen Verhaltensmuster in ihren Auswirkungen auf die Koordinationsmuster in erfolgreichen und weniger

erfolgreichen Gruppen zu bewerten. Hiermit sollen die Voraussetzungen für die Entwicklung eines diagnostischen Instruments zur Eignungsprüfung für die Tätigkeit in integrierten Leitzentralen geschaffen werden.

5. REFERENCES

- Cannon-Bowers, J. A., Salas, E., & Converse, S. (1993). Shared mental models in expert team decision making. In: *Individual and Group Decision Making: Current Issues* (pp. 221-245). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Cooke, N. J., Gorman, J. C., Myers, C. W., & Duran, J. L. (2013). Interactive team cognition. *Cognitive Science*, 37, 255-285.
- Cooke, N. J. & Shope, S. M. (2004). Designing a synthetic task environment. *Scaled worlds: Development, validation, and application*, 263-278.
- Cooke, N. J. & Gorman, J. C. (2009). Interaction-based measures of cognitive systems. *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making*, 3, 27-46.
- Dekker, S. W. A. & Woods, D. D. (1999). To intervene or not to intervene: the dilemma of management by exception. *Cognition, Technology & Work*, 1, 86-96.
- Hauland, G. (2008). Measuring individual and team situation awareness during planning tasks in training of en route air traffic control. *The International Journal of Aviation Psychology*, 18, 290-304.
- Hess, S. M., MacMillan, J., Elliott, L. R., & Schiflett, S. (1999). Team-in-the-loop, synthetic simulation: Bridging the gap between laboratory and field research. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 43 (pp. 308-312). Sage Publications.
- Hess, S. M., MacMillan, J., Serfaty, D., & Elliott, L. (2005). From cognitive task analysis to simulation: Developing a synthetic team task for awacs weapons directors. *DTIC Document*. Air Force Research Laboratory, Brooks, TX.
- Obrodovich, J. H. & Smith, P. J. (2002). Problem solving in a distributed collaborative environment: The necessity of shared knowledge within the air traffic management system. In *Proceedings of the International Conference on Human-Computer Interaction in Aeronautics* (pp. 100-104). AAAI Press.
- Orasanu, J. & Salas, E. (1993). Team decision making in complex environments. In *Decision making in action: Models and methods* (pp. 327-345). Westport, CT: Ablex Publishing
- Salvucci, D. D. & Anderson, J. R. (2001). Automated eye-movement protocol analysis. *Human-computer interaction*, 16, 39-86.
- Smith, P. J., McCoy, C. E., & Orasanu, J. (2001). Problem Solving in the Air Traffic Management System. In E Salas, G. A. Klein (Eds.), *Linking expertise and naturalistic decision making*, (p. 367 - 382) .New York: Psychology Press.
- Suchman, L. (1997). Centers of coordination: A case and some themes. In L. B. Resnick, C. Pontecorvo & R. Säljö (Eds.), *Naturalistic Discourse, Tools and Reasoning* (pp. 41-62). Berlin: Springer.
- Zsombok, C. E. (1997). Naturalistic decision making: Where are we now. In C. E. Zsombok & G. A. Klein (Eds.), *Naturalistic Decision Making* (pp. 3-16). New York, NY: Psychology Press.