

Ein Decision Support System für Operatoren in Tunnelleitstellen

Sebastian Spundflasch, Johannes Herlemann, Heidi Krömker

Fachgebiet Medienproduktion, Technische Universität Ilmenau

Zusammenfassung

Um Entscheidungsprozesse von Tunnelleitstellen-Operatoren in Anbetracht der auf sie einströmenden Datenflut gezielt zu unterstützen, soll ein Decision Support System im Rahmen des Forschungsprojektes ESIMAS¹ konzipiert werden. Werkzeuge zur Datenfusion und -plausibilisierung und eine entsprechend der Anforderungen von Leitstellen entwickelte Mensch-Maschine-Schnittstelle sollen die Informationsmenge reduzieren und das Situationsbewusstsein der Operatoren verbessern. Dazu wurden in Deutschland, Luxemburg und Österreich Analysen durchgeführt, um die individuellen Handlungsstrategien der Operatoren zu erheben und daraus theoriegeleitet Anforderungen an ein Decision Support System zu formulieren.

1 Situation Awareness

Stanners & French (2005) konnten in ihren Untersuchungen belegen, dass es einen direkten Zusammenhang zwischen der Qualität von Entscheidungen und der Situation Awareness gibt. Im Folgenden soll daher das von Endsley (1995) eingeführte Konstrukt der Situation Awareness näher beleuchtet werden, um daraus Schlüsse zu ziehen, wie ein Decision Support System Entscheidungen von Operatoren unterstützen kann. Die von uns durchgeführten Untersuchungen in Tunnelleitstellen stützen sich auf dieses Konzept, das das Situationsbewusstsein von Personen in komplexen Umgebungen in drei Stufen beschreibt.

Stufe 1: Wahrnehmen von Elementen in der Umgebung

Der erste Schritt zur Erreichung von Situation Awareness ist die Wahrnehmung von Informationselementen in der Umgebung. In dieser Phase findet bereits ein Selektionsprozess statt, indem relevante von nicht relevanten Informationen gefiltert werden.

Stufe 2: Verstehen der Situation

¹ ESIMAS – „Echtzeit-Sicherheits-Management für Straßentunnel“ ist ein Forschungsprojekt gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie. Weitere Informationen unter www.esimas.de

In der nächsten Stufe findet die Verknüpfung der wahrgenommenen Informationselemente zu einem Gesamtbild statt. Dabei werden Abhängigkeiten, Einflüsse und Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Informationselementen betrachtet.

Stufe 3: Vorhersage der Entwicklung einer Situation

Die dritte Stufe der Situation Awareness versetzt Personen in die Lage, Vorhersagen über den weiteren Verlauf einer Situation treffen zu können.

2 Forschungsziel und Vorgehen

Die zentrale Forschungsfrage „Wie kann ein Decision Support System die Situation Awareness von Operatoren in Tunnelleitstellen unterstützen?“ wird in Anlehnung an Endsley (1995) in die folgenden Teilfragestellungen zerlegt:

1. Welche Informationselemente werden vom Operator wahrgenommen? (Stufe 1)
2. Wie entwickelt der Operator aus den wahrgenommenen Informationselementen ein Verständnis der Gesamtsituation? (Stufe 2)
3. Wie kann der Operator auf Basis dieses Verständnisses Vorhersagen zur weiteren Entwicklung bestimmter Situationen treffen? (Stufe 3)

Um zu erkennen, welche Informationen von einem Decision Support System angezeigt werden müssen, um die Situation Awareness zu unterstützen, wurden die Tätigkeiten von Operatoren in 12 Tunnelleitstellen in Deutschland, Österreich und Luxemburg einer hierarchischen Aufgabenanalyse unterzogen. Diese bildet die Basis für die Datenerhebung und -auswertung sowie für das anschließende Ableiten von Anforderungen.

3 Situation Awareness von Tunneloperatoren

Stufe 1: Wahrnehmen von Elementen in der Umgebung

Die Wahrnehmung von Informationselementen durch die Operatoren erfolgt nach individuellen Strategien und in Hinblick auf die Einschätzung ihrer Relevanz für die Sicherheitslage. Die Sicherheitslage ist die ganzheitliche Bewertung aller Faktoren, die die momentane Situation im Tunnel beeinflussen. Die Analysen in den Leitstellen zeigen, dass die wahrgenommenen Informationselemente im Wesentlichen aus sechs verschiedenen Informationsquellen selektiert werden (siehe Abbildung 1). Dabei besitzt die visuelle Orientierung durch *Videobilder* für alle Operatoren als Ausgangspunkt für die Selektion von Information und ihrer dynamischen Veränderung den höchsten Stellenwert. Die aus den Videobildern extrahierten Informationselemente, wie z.B. Verkehrsdichte, werden durch Daten aus dem *Prozessleitsystem*, wie z.B. Durchschnittsgeschwindigkeit, angereichert. Weitere Quellen für Informationselemente sind über *Videobilder* und *Prozessleitsystem* hinaus:

- *Anrufe*, die z.B. eintreffende Schwerlasttransporte anmelden
- *Faxe*, die z.B. geplante Wartungsarbeiten im Tunnel beschreiben und bestätigen
- *Online-Quellen*, z.B. für Wetter- und Verkehrsinformationen im Tunnelumfeld

- *schwarze Bretter*, die z.B. auf langfristige Testläufe der Betriebstechnik hinweisen

Stufe 2: Verstehen der Situation

Die Strategien zur Verknüpfung der wahrgenommenen Informationselemente zu einem Verständnis der momentanen Situation sind den Operatoren nur teilweise bewusst. Die Tatsache, dass es einige Jahre Erfahrung benötigt, um die momentane Situation schnell zu verstehen, weist darauf hin, dass die Informationselemente mit im Gedächtnis gespeicherter Information verknüpft werden (vgl. Fracker 1991). Die Analysen im Rahmen von ESIMAS legen offen, dass ein Verständnis der Sicherheitslage vor allem aus der Verknüpfung von Informationselementen aus den Bereichen Verkehrsdaten, Betriebstechnik und –zustände sowie geplante Ereignisse und Umfelddaten entwickelt wird. Dabei entsteht offensichtlich ein Modell der Sicherheitslage. Die wahrgenommene Sicherheitslage beeinflusst auch die Diagnose von Ereignissen, da sie die Randbedingungen der Ereignisse bestimmt. Sie ist für das ganzheitliche Verständnis eines Ereignisses und des Ereignisumfelds wesentlich. Beispielsweise hat bei dichtem Verkehr eine Panne in einem Gegenverkehrstunnel einen höheren Stellenwert als bei einer geringen Verkehrsdichte in einem Richtungstunnel. Abbildung 1 zeigt auch Informationselemente der Informationsquellen, die für die Einschätzung der Sicherheitslage bei der Überwachung genutzt werden. Die Relevanz der verschiedenen Informationselemente für die Bewertung der Sicherheitslage hängt dabei wesentlich von der subjektiven Einschätzung der Operatoren ab.

Stufe 3: Vorhersage der Entwicklung einer Situation

Die Strategien zur Vorhersage der Entwicklung von Situationen basieren auf den tunnelspezifischen Erfahrungen, über die die Operatoren verfügen. Sie können gut die zu erwartende Dynamik der Informationselemente und deren Einfluss auf die Situation vorhersagen. In einem bestimmten Tunnel ist z.B. den Operatoren bekannt, dass bei besonderen Wetterbedingungen Nebel an der Ausfahrt eines Tunnels entsteht, der die Verkehrsdichte und damit auch die Unfallwahrscheinlichkeit erhöht. Für die Stufe 3 der Situation Awareness wurde festgestellt, dass sich mit steigender Erfahrung der Tunneloperatoren die Fähigkeit zur Vorhersage der Entwicklung einer Situation verbessert.

4 Fazit und Ausblick

Trotz einer ausgeprägten Heterogenität der Leitstellenlandschaft und der Heterogenität der Kenntnisse und Fähigkeiten der Operatoren, lassen sich übergreifende Informationselemente extrahieren, die für die Situation Awareness der Operatoren relevant sind. Im nächsten Schritt werden aus diesen Erkenntnissen funktionale Anforderungen an das Decision Support System abgeleitet.

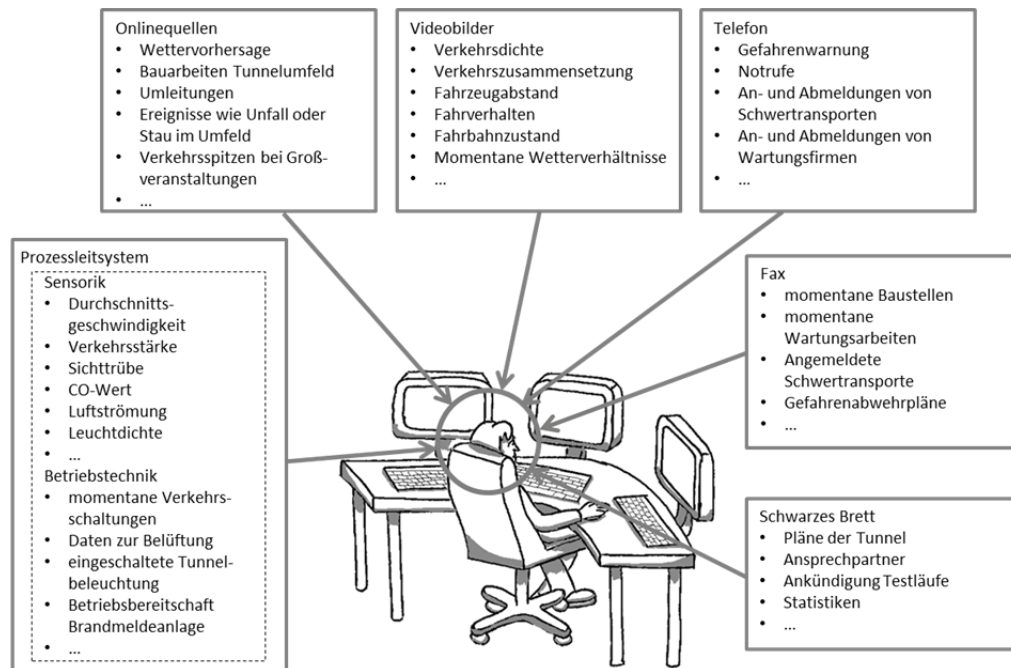


Abbildung 1: Informationsquellen und -elemente der Tunneloperatoren

Literaturverzeichnis

- Endsley, M. (1995). Measurement of Situation Awareness in Dynamic Systems. *Human Factors Volume 37, Issue 1*, 65 – 84
- Fracker, M. (1991). *Measures of Situation Awareness: Review and Future Directions*. Ohio: Armstrong Laboratories.
- Stanners, M. & French, H. (2005). *An Empirical Study of the Relationship Between Situation Awareness and Decision Making*. Edinburgh: Defence Science and Technology Organisation.

Kontaktinformationen

Dipl.-Ing. Sebastian Spundflasch
 Fachgebiet Medienproduktion
 TU Ilmenau
 96893 Ilmenau
 E-Mail: Sebastian.Spundflasch@tu-ilmenau.de