

Systematische Identifikation von Fahrsituationen für die Evaluation von Fahrerassistenzsystemen

Betrachtung am Beispiel einer Untersuchung zu den Auswirkungen einer Längs- und Querführungsunterstützung auf das Fahrerverhalten

Tagung „Sicherheit durch Fahrerassistenz“
15. April 2010

Dipl.-Ing. Gunnar Tigges

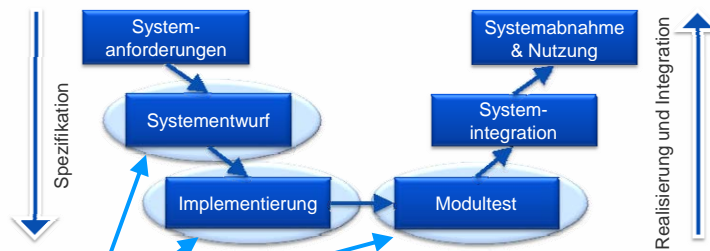
Prof. Dr.-Ing. Bernd Heißing, Dipl.-Ing. Karlheinz Dörner, Dipl.-Ing. (FH) Walter Schwertberger

Motivation

Der Entwicklungsprozess von Fahrerassistenzsystemen

Motivation

Problemstellung
Methodik zur Szenariengenerierung
Zusammenfassung



Erste Tests zum Zusammenwirken von System und Fahrer (Interaktionsverhalten, Nutzungsverhalten, Akzeptanz)

→ Entwicklung eines Versuchssettings mit geeigneten, nutzerorientierten Fahrszenarien

- Motivation
- Problemstellung**
- Methodik zur Szenariengenerierung
- Zusammenfassung

Problemstellung

Entwicklung von Versuchssettings

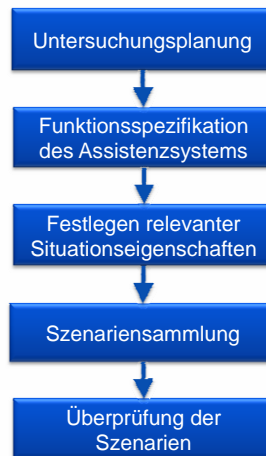
- Häufige Vorgehensweise bei der Szenarienerstellung
 - Verwendung vorgefertigter Testszenarien aus unternehmenseigener Datenbank oder etablierte Standardmanöver
 Mögliche Schwierigkeiten hierbei:
 - Die bei der Entwicklung der Testszenarien zugrunde gelegten Annahmen passen nicht auf die aktuelle Fragestellung
 - Dokumentation der verwendeten Testszenarien, jedoch keine Dokumentation der Gewinnung der Testszenarien
 - Wichtige Testszenarien könnten nicht abgedeckt sein

- ➔ Verwendung einer Systematik zur Szenarienerstellung
 - Auf den Versuchsgegenstand zugeschnittene, vollständige Szenariensammlung (Darin können dann auch vorgefertigte Testszenarien enthalten sein)
 - Nachvollziehbar dokumentierte Vorgehensweise

- Motivation
- Problemstellung
- Methodik zur Szenariengenerierung**
- Zusammenfassung

Methodik zur Szenariengenerierung

Vorgehensweise



Methodik zur Szenariengenerierung Untersuchungsplanung

Motivation

Problemstellung

Methodik zur Szenariengenerierung

Untersuchungsplanung

Funktionsspezifikation

Situationseigenschaften

Szenariensammlung

Überprüfung

Zusammenfassung

- Problemformulierung
 - Unfallgeschehen
 - Beobachtetes Fehlverhalten von Fahrern
 - ...

Unfälle im Lkw-Fernverkehr durch monotone Fahrtsituationen
→ Auffahrunfälle, Abkommen von der Fahrbahn



www.z-u-w.com



www.wdr.de

15.04.2010

Tagung „Sicherheit durch FAS“ - Gunnar Tigges

5

Methodik zur Szenariengenerierung Untersuchungsplanung

Motivation

Problemstellung

Methodik zur Szenariengenerierung

Untersuchungsplanung

Funktionsspezifikation

Situationseigenschaften

Szenariensammlung

Überprüfung

Zusammenfassung

- Problemformulierung
 - Unfallgeschehen
 - Beobachtetes Fehlverhalten von Fahrern
 - ...
- Lösungsansatz
 - Welche Funktionen/Systeme sollen eingesetzt werden?

Unfälle im Lkw-Fernverkehr durch monotone Fahrtsituationen
→ Auffahrunfälle, Abkommen von der Fahrbahn

Unterstützung des Fahrers bei der Längs- und Querführung seines Fahrzeugs mittels Assistenzsystem



15.04.2010

Tagung „Sicherheit durch FAS“ - Gunnar Tigges

6

Methodik zur Szenariengenerierung Untersuchungsplanung

Motivation

Problemstellung

Methodik zur Szenariengenerierung

Untersuchungsplanung

Funktionspezifikation

Situationsigenschaften

Szenariensammlung

Überprüfung

Zusammenfassung

- **Problemformulierung**
 - Unfallgeschehen
 - Beobachtetes Fehlverhalten von Fahrern
 - ...
- **Lösungsansatz**
 - Welche Funktionen/Systeme sollen eingesetzt werden?
- **Fragestellung der Untersuchung**
 - Was muss untersucht werden?
 - Welchen Untersuchungsbedarf gibt es?

Unfälle im Lkw-Fernverkehr durch monotone Fahr Situationen
→ Auffahrunfälle, Abkommen von der Fahrbahn

Unterstützung des Fahrers bei der Längs- und Querführung seines Fahrzeugs mittels Assistenzsystem

Auswirkung der Unterstützung mit LF/QF im Lkw auf Aufmerksamkeit und Ermüdung

15.04.2010

Tagung „Sicherheit durch FAS“ - Gunnar Tigges

7

Methodik zur Szenariengenerierung Untersuchungsplanung

Motivation

Problemstellung

Methodik zur Szenariengenerierung

Untersuchungsplanung

Funktionspezifikation

Situationsigenschaften

Szenariensammlung

Überprüfung

Zusammenfassung

- **Problemformulierung**
 - Unfallgeschehen
 - Beobachtetes Fehlverhalten von Fahrern
 - ...
- **Lösungsansatz**
 - Welche Funktionen/Systeme sollen eingesetzt werden?
- **Fragestellung der Untersuchung**
 - Was muss untersucht werden?
 - Welchen Untersuchungsbedarf gibt es?
- **Untersuchungshypothesen**
 - Welche Effekte werden angenommen?

Unfälle im Lkw-Fernverkehr durch monotone Fahr Situationen
→ Auffahrunfälle, Abkommen von der Fahrbahn

Unterstützung des Fahrers bei der Längs- und Querführung seines Fahrzeugs mittels Assistenzsystem

Auswirkung der Unterstützung mit LF/QF im Lkw auf Aufmerksamkeit und Ermüdung

Durch die Unterstützung des FAS kann der Fahrer länger aufmerksam fahren als ohne FAS.

15.04.2010

Tagung „Sicherheit durch FAS“ - Gunnar Tigges

8

Methodik zur Szenariengenerierung Untersuchungsplanung

Motivation

Problemstellung

Methodik zur Szenariengenerierung

Untersuchungsplanung

Funktionspezifikation

Situationseigenschaften

Szenariensammlung

Überprüfung

Zusammenfassung

- Problemformulierung



Unfälle im Lkw-Fernverkehr durch monotone Fahrtsituationen
→ Auffahrunfälle, Abkommen von der Fahrbahn

Unterstützung des Fahrers bei der Längs- und Querführung seines Fahrzeugs mittels Assistenzsystem

Auswirkung der Unterstützung mit LF/QF im Lkw auf Aufmerksamkeit und Ermüdung

Durch die Unterstützung des FAS kann der Fahrer länger aufmerksam fahren als ohne FAS.

Realitätsnahe Untersuchung im Fahr Simulator

- Untersuchungshypothesen

- Welche Effekte werden angenommen?

- Versuchsmethode / Prüfstand

- Sitzkiste, Simulator, Realfahrzeug

15.04.2010

Tagung „Sicherheit durch FAS“ - Gunnar Tigges

9

Methodik zur Szenariengenerierung Funktionspezifikation des Assistenzsystems

Motivation

Problemstellung

Methodik zur Szenariengenerierung

Untersuchungsplanung

Funktionspezifikation

Situationseigenschaften

Szenariensammlung

Überprüfung

Zusammenfassung

- Einsatzbedingungen des Fahrerassistenzsystems

- Typische Fahrsituationen von Lkw-Fahrern im Fernverkehr sind
 - Landstraßen – anspruchsvolle Fahrsituationen
 - Autobahnen – monotone Fahrsituationen



www.gsv.co.at



cocone.ubot.com

15.04.2010

Tagung „Sicherheit durch FAS“ - Gunnar Tigges

10

Methodik zur Szenariengenerierung Funktionspezifikation des Assistenzsystems

Motivation

Problemstellung

Methodik zur Szenariengenerierung

Untersuchungsplanung

Funktionspezifikation

Situationseigenschaften

Szenariensammlung

Überprüfung

Zusammenfassung

- Einsatzbedingungen des Fahrerassistenzsystems
 - Typische Fahrsituationen von Lkw-Fahrern im Fernverkehr sind
 - Landstraßen – anspruchsvolle Fahrsituationen
 - Autobahnen – monotone Fahrsituationen
- Funktionen des Fahrerassistenzsystems
 - Unterstützung des Fahrers bei der Längsführung des Fahrzeugs
 - Unterstützung des Fahrers bei der Querführung des Fahrzeugs



15.04.2010

Tagung „Sicherheit durch FAS“ - Gunnar Tigges

11

Methodik zur Szenariengenerierung Funktionspezifikation des Assistenzsystems

Motivation

Problemstellung

Methodik zur Szenariengenerierung

Untersuchungsplanung

Funktionspezifikation

Situationseigenschaften

Szenariensammlung

Überprüfung

Zusammenfassung

- Einsatzbedingungen des Fahrerassistenzsystems
 - Typische Fahrsituationen von Lkw-Fahrern im Fernverkehr sind
 - Landstraßen – anspruchsvolle Fahrsituationen
 - Autobahnen – monotone Fahrsituationen
- Funktionen des Fahrerassistenzsystems
 - Unterstützung des Fahrers bei der Längsführung des Fahrzeugs
 - Unterstützung des Fahrers bei der Querführung des Fahrzeugs
- Systemgrenzen
 - Erreichen der maximalen Verzögerung des Systems
 - Abschalten der Querführung beim Verlieren der Spurmarkierungen
 - Abschalten bei Übersteuerung durch den Fahrer
- Mögliche Fehlfunktionen
 - Plötzliches, hohes Stellmoment am Lenkrad, das ohne Eingriff des Fahrers zum Spurverlassen führt

15.04.2010

Tagung „Sicherheit durch FAS“ - Gunnar Tigges

12

Methodik zur Szenariengenerierung Festlegen relevanter Situationseigenschaften

Motivation

Problemstellung

Methodik zur Szenariengenerierung

Untersuchungsplanung

Funktionsspezifikation

Situationseigenschaften

Szenariensammlung

Überprüfung

Zusammenfassung

- Anforderungen an eine Szenarienbeschreibung

- Beschreibung von Situationseigenschaften auf abstraktem Level anhand orthogonaler Kriterien
- Berücksichtigung nutzerorientierter Eigenschaften, da hier die Auswirkungen eines Assistenzsystems auf den Fahrer untersucht werden sollen

→ Verwendung der „DVE conditions categories“ aus AIDE

- Szenarienbeschreibung anhand fünf „Driver-Vehicle-Environment“-Kategorien :
 - DVE1: Fahrerbeanspruchung aus Fahraufgabe
 - DVE2: Kognitive/visuelle Ablenkung des Fahrers
 - DVE3: Ermüdung des Fahrers
 - DVE4: Fahrerabsicht
 - DVE5: Risikolevel aus Verkehrs-/Umgebungssituation
- Ausprägungen der Kategorien:
 - hoch, mittel, niedrig oder vorhanden, nicht vorhanden

15.04.2010

Tagung „Sicherheit durch FAS“ - Gunnar Tigges

13

Methodik zur Szenariengenerierung Festlegen relevanter Situationseigenschaften

Motivation

Problemstellung

Methodik zur Szenariengenerierung

Untersuchungsplanung

Funktionsspezifikation

Situationseigenschaften

Szenariensammlung

Überprüfung

Zusammenfassung

- Beschreibung jeder Fahrsituation durch Festlegen einer Ausprägung je Driver-Vehicle-Environment-Kategorie:

DVE1	DVE2	DVE3	DVE4	DVE5
hoch	hoch	hoch	vorhanden	hoch
mittel	mittel	mittel	nicht vorhanden	mittel
niedrig	niedrig	niedrig		niedrig

- Charakteristik dieser Fahrsituation:
 - hohe Fahrerbeanspruchung
 - mittlere kognitive/visuelle Ablenkung des Fahrers
 - geringe Ermüdung des Fahrers
 - keine spezifische Fahrerabsicht
 - hoher Risikolevel aus Verkehrs-/Umgebungssituation



MAN Nutzfahrzeuge AG

15.04.2010

Tagung „Sicherheit durch FAS“ - Gunnar Tigges

14

Methodik zur Szenariengenerierung Festlegen relevanter Situationseigenschaften

Motivation

Problemstellung

Methodik zur Szenariengenerierung

Untersuchungsplanung

Funktionsspezifikation

Situationseigenschaften

Szenariensammlung

Überprüfung

Zusammenfassung

- Expertenbewertung der Relevanz von Situationsausprägungen für die Untersuchungsziele
 - Bewertung der paarweisen Kombination der DVE-Kategorien

	DVE1 Fahrerbeanspruchung aus Fahraufgabe	DVE2 Fahrerablenkung		
		hoch	mittel	niedrig
hoch				
mittel				
niedrig				

- Festlegen der Relevanz anhand einer 4-stufigen Skala:

 sehr relevant	 relevant	 wenig relevant	<div style="position: absolute; top: 50%; left: 50%; transform: translate(-50%, -50%); font-size: 8px;">X</div> nicht relevant
--	--	--	--

- Dokumentation der ausschlaggebenden Begründungen für die einzelnen Bewertungsentscheidungen

15.04.2010

Tagung „Sicherheit durch FAS“ - Gunnar Tigges

15

Methodik zur Szenariengenerierung Festlegen relevanter Situationseigenschaften

Motivation

Problemstellung

Methodik zur Szenariengenerierung

Untersuchungsplanung

Funktionsspezifikation

Situationseigenschaften

Szenariensammlung

Überprüfung

Zusammenfassung

- Expertenbewertung der Relevanz von Situationsausprägungen für die Untersuchungsziele

Die Reaktion des Fahrers in Situationen mit Ablenkungen ist sehr relevant

Ergebnismatrix:

		DVE2 Ablenkung			DVE3 Ermüdung			DVE4 Fahrerabsicht		DVE5 Verkehrs-/Umgebungsrisiko		
		hoch	mittel	niedrig	hoch	mittel	niedrig	vorhanden	nicht vorhanden	hoch	mittel	niedrig
DVE1 Fahrerbeanspruchung aus Fahraufgabe	hoch	sehr relevant	sehr relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant
	mittel	sehr relevant	sehr relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant
	niedrig	sehr relevant	sehr relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant
DVE2 Ablenkung	hoch	sehr relevant	sehr relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant
	mittel	sehr relevant	sehr relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant
	niedrig	sehr relevant	sehr relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant
DVE3 Ermüdung	hoch	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant
	mittel	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant
	niedrig	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant
DVE4 Fahrerabsicht	vorhanden	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant
	nicht vorhanden	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant

15.04.2010

Tagung „Sicherheit durch FAS“ - Gunnar Tigges

16

Methodik zur Szenariengenerierung Festlegen relevanter Situationseigenschaften

Motivation

Problemstellung

Methodik zur Szenariengenerierung

Untersuchungsplanung

Funktionsspezifikation

Situationseigenschaften

Szenariensammlung

Überprüfung

Zusammenfassung

- Expertenbewertung der Relevanz von Situationsausprägungen für die Untersuchungsziele

Es wird ein linearer Zusammenhang zwischen Risikolevel aus Verkehrs-/Umfeldsituation und Fahrerbeanspruchung angenommen

Ergebnismatrix:

		DVE2 Ablenkung			DVE3 Ermüdung			DVE4 Fahrerabsicht		DVE5 Verkehrs-/Umgebungsrisiko		
		hoch	mittel	niedrig	hoch	mittel	niedrig	vorhanden	nicht vorhanden	hoch	mittel	niedrig
DVE1 Fahrerbeanspruchung aus Fahraufgabe	hoch	rot	rot	rot	gelb	gelb	gelb	rot	rot	rot	rot	rot
	mittel	rot	rot	rot	gelb	gelb	gelb	rot	rot	rot	rot	rot
	niedrig	rot	rot	rot	gelb	gelb	gelb	rot	rot	rot	rot	rot
DVE2 Ablenkung	hoch	rot	rot	rot	gelb	gelb	gelb	rot	rot	rot	rot	rot
	mittel	rot	rot	rot	gelb	gelb	gelb	rot	rot	rot	rot	rot
	niedrig	rot	rot	rot	gelb	gelb	gelb	rot	rot	rot	rot	rot
DVE3 Ermüdung	hoch	rot	rot	rot	gelb	gelb	gelb	rot	rot	rot	rot	rot
	mittel	rot	rot	rot	gelb	gelb	gelb	rot	rot	rot	rot	rot
	niedrig	rot	rot	rot	gelb	gelb	gelb	rot	rot	rot	rot	rot
DVE4 Fahrerabsicht	vorhanden	rot	rot	rot	gelb	gelb	gelb	rot	rot	rot	rot	rot
	nicht vorhanden	rot	rot	rot	gelb	gelb	gelb	rot	rot	rot	rot	rot

15.04.2010

Tagung „Sicherheit durch FAS“ - Gunnar Tigges

17

Methodik zur Szenariengenerierung Festlegen relevanter Situationseigenschaften

Motivation

Problemstellung

Methodik zur Szenariengenerierung

Untersuchungsplanung

Funktionsspezifikation

Situationseigenschaften

Szenariensammlung

Überprüfung

Zusammenfassung

- Expertenbewertung der Relevanz von Situationsausprägungen für die Untersuchungsziele

Aus Ablenkung und Ermüdung des Fahrer entstehende Fahrfehler sind keine Fahrerabsicht

Ergebnismatrix:

		DVE2 Ablenkung			DVE3 Ermüdung			DVE4 Fahrerabsicht		DVE5 Verkehrs-/Umgebungsrisiko		
		hoch	mittel	niedrig	hoch	mittel	niedrig	vorhanden	nicht vorhanden	hoch	mittel	niedrig
DVE1 Fahrerbeanspruchung aus Fahraufgabe	hoch	rot	rot	rot	gelb	gelb	gelb	rot	rot	rot	rot	rot
	mittel	rot	rot	rot	gelb	gelb	gelb	rot	rot	rot	rot	rot
	niedrig	rot	rot	rot	gelb	gelb	gelb	rot	rot	rot	rot	rot
DVE2 Ablenkung	hoch	rot	rot	rot	gelb	gelb	gelb	rot	rot	rot	rot	rot
	mittel	rot	rot	rot	gelb	gelb	gelb	rot	rot	rot	rot	rot
	niedrig	rot	rot	rot	gelb	gelb	gelb	rot	rot	rot	rot	rot
DVE3 Ermüdung	hoch	rot	rot	rot	gelb	gelb	gelb	rot	rot	rot	rot	rot
	mittel	rot	rot	rot	gelb	gelb	gelb	rot	rot	rot	rot	rot
	niedrig	rot	rot	rot	gelb	gelb	gelb	rot	rot	rot	rot	rot
DVE4 Fahrerabsicht	vorhanden	rot	rot	rot	gelb	gelb	gelb	rot	rot	rot	rot	rot
	nicht vorhanden	rot	rot	rot	gelb	gelb	gelb	rot	rot	rot	rot	rot

15.04.2010

Tagung „Sicherheit durch FAS“ - Gunnar Tigges

18

Methodik zur Szenariengenerierung Festlegen relevanter Situationseigenschaften

Motivation

Problemstellung

Methodik zur Szenariengenerierung

Untersuchungsplanung

Funktionsspezifikation

Situationseigenschaften

Szenariensammlung

Überprüfung

Zusammenfassung

- Expertenbewertung der Relevanz von Situationsausprägungen für die Untersuchungsziele

Die Ermüdung des Fahrers ergibt sich durch eine Vielzahl von Randbedingungen und kann nicht für die Situationen im Vorhinein festgelegt werden

Ergebnismatrix:

		DVE2 Ablenkung			DVE3 Ermüdung			DVE4 Fahrerabsicht		DVE5 Verkehrs-/Umgebungsrisiko		
		hoch	mittel	niedrig	hoch	mittel	niedrig	vorhanden	nicht vorhanden	hoch	mittel	niedrig
DVE1 Fahrerbeanspruchung aus Fahraufgabe	hoch	rot	rot	rot	gelb	gelb	gelb	rot	rot	rot	rot	rot
	mittel	rot	rot	rot	gelb	gelb	gelb	rot	rot	rot	rot	rot
	niedrig	rot	rot	rot	gelb	gelb	gelb	rot	rot	rot	rot	rot
DVE2 Ablenkung	hoch	rot	rot	rot	gelb	gelb	gelb	rot	rot	rot	rot	rot
	mittel	rot	rot	rot	gelb	gelb	gelb	rot	rot	rot	rot	rot
	niedrig	rot	rot	rot	gelb	gelb	gelb	rot	rot	rot	rot	rot
DVE3 Ermüdung	hoch	rot	rot	rot	gelb	gelb	gelb	rot	rot	rot	rot	rot
	mittel	rot	rot	rot	gelb	gelb	gelb	rot	rot	rot	rot	rot
	niedrig	rot	rot	rot	gelb	gelb	gelb	rot	rot	rot	rot	rot
DVE4 Fahrerabsicht	vorhanden	rot	rot	rot	gelb	gelb	gelb	rot	rot	rot	rot	rot
	nicht vorhanden	rot	rot	rot	gelb	gelb	gelb	rot	rot	rot	rot	rot

15.04.2010

Tagung „Sicherheit durch FAS“ - Gunnar Tigges

19

Methodik zur Szenariengenerierung Festlegen relevanter Situationseigenschaften

Motivation

Problemstellung

Methodik zur Szenariengenerierung

Untersuchungsplanung

Funktionsspezifikation

Situationseigenschaften

Szenariensammlung

Überprüfung

Zusammenfassung

- Generierung einer Bewertungszahl für jede Permutation der Fahrsituationsausprägungen

Szenario	DVE1	DVE2	DVE3	DVE4	DVE5
1	hoch	mittel	hoch	nicht vorhanden	hoch
2	hoch	mittel	mittel	nicht vorhanden	hoch
3	hoch	mittel	niedrig	nicht vorhanden	hoch
4	hoch	hoch	hoch	nicht vorhanden	hoch
5	hoch	hoch	mittel	nicht vorhanden	hoch
...

Ergebnismatrix

Paarweise Bewertungen

	DVE2	DVE3	DVE4	DVE5
DVE1	3	2	2	3
DVE2		2	2	3
DVE3			2	2
DVE4				2
Bewertungszahl: 3456				

Paarweise Bewertungen

	DVE2 Ablenkung		
	hoch	mittel	niedrig
DVE1 Fahrerbeanspruchung aus Fahraufgabe	rot	rot	rot
	rot	rot	rot
	rot	rot	rot
	rot	rot	rot

nicht relevant = 0, sehr relevant = 3

$$P_k = \prod_{n=1,4} \left(\prod_{i=(n+1),5} P_{DVE_n - DVE_i}(n,i) \right)$$

15.04.2010

Tagung „Sicherheit durch FAS“ - Gunnar Tigges

20

Methodik zur Szenariengenerierung Festlegen relevanter Situationseigenschaften

Motivation

Problemstellung

Methodik zur Szenariengenerierung

Untersuchungsplanung

Funktionsspezifikation

Situationseigenschaften

Szenariensammlung

Überprüfung

Zusammenfassung

• Ergebnistabelle

- Bewertete Darstellung aller Ausprägungen der DVE-Kategorien
- Alle Szenarien mit einer Bewertungszahl > 0 sollten im Versuchsablauf enthalten sein
- Bewertungszahl kann z.B. zur Festlegung der Auftretenshäufigkeit von Situationsausprägungen herangezogen werden

Szenario	DVE1	DVE2	DVE3	DVE4	DVE5	Bewertungszahl
1	hoch	mittel	hoch	nicht vorhanden	hoch	3456
2	hoch	mittel	mittel	nicht vorhanden	hoch	3456
3	hoch	mittel	niedrig	nicht vorhanden	hoch	3456
4	hoch	hoch	hoch	nicht vorhanden	hoch	3456
5	hoch	hoch	mittel	nicht vorhanden	hoch	3456
6	hoch	hoch	niedrig	nicht vorhanden	hoch	3456
7	mittel	mittel	hoch	nicht vorhanden	mittel	2304
8	mittel	mittel	mittel	nicht vorhanden	mittel	2304
9	mittel	mittel	niedrig	nicht vorhanden	mittel	2304
10	mittel	hoch	hoch	nicht vorhanden	mittel	2304
11	mittel	hoch	mittel	nicht vorhanden	mittel	2304
12	mittel	hoch	niedrig	nicht vorhanden	mittel	2304
13	niedrig	niedrig	hoch	nicht vorhanden	niedrig	768
14	hoch	niedrig	mittel	nicht vorhanden	hoch	768
15

Beispiel

15.04.2010

Tagung „Sicherheit durch FAS“ - Gunnar Tigges

21

Methodik zur Szenariengenerierung Festlegen relevanter Situationseigenschaften

Motivation

Problemstellung

Methodik zur Szenariengenerierung

Untersuchungsplanung

Funktionsspezifikation

Situationseigenschaften

Szenariensammlung

Überprüfung

Zusammenfassung

• Versuchsbezogene Konkretisierung der DVE-Ausprägungen

- Überführung der abstrakten Beschreibung in konkrete Ausgestaltungsanweisungen

Ergebnistabelle

Konkrete Eigenschaften von „niedrig, mittel, hoch“ festlegen

DVE 2:
Hohe Fahrerablenkung =
Visuelle Ablenkung durch
markante oder bewegte Objekte

Untersuchungsplanung
- Ablenkung des Fahrers
durch visuelle Reize
- Fahrer soll nicht durch
visuellen Reiz zu Handlungen
gezwungen werden

15.04.2010

Tagung „Sicherheit durch FAS“ - Gunnar Tigges

22

Methodik zur Szenariengenerierung Festlegen relevanter Situationseigenschaften

Motivation

Problemstellung

Methodik zur Szenariengenerierung

Untersuchungsplanung

Funktionsspezifikation

Situationseigenschaften

Szenariensammlung

Überprüfung

Zusammenfassung

- Versuchsbezogene Konkretisierung der DVE-Ausprägungen
 - Überführung der abstrakten Beschreibung in konkrete Ausgestaltungsanweisungen

Ergebnistabelle

Konkrete Eigenschaften von „niedrig, mittel, hoch“ festlegen

Gestaltungselemente für Eigenschaften zuweisen

DVE 2: hohe Fahrerablenkung = Stausituation auf der Gegenspur



Randbedingungen (Prüfstand, ...)

15.04.2010

Tagung „Sicherheit durch FAS“ - Gunnar Tigges

23

Methodik zur Szenariengenerierung Festlegen relevanter Situationseigenschaften

Motivation

Problemstellung

Methodik zur Szenariengenerierung

Untersuchungsplanung

Funktionsspezifikation

Situationseigenschaften

Szenariensammlung

Überprüfung

Zusammenfassung

- Versuchsbezogene Konkretisierung der DVE-Ausprägungen
 - Überführung der abstrakten Beschreibung in konkrete Ausgestaltungsanweisungen


Ergebnistabelle

Konkrete Eigenschaften von „niedrig, mittel, hoch“ festlegen

Gestaltungselemente für Eigenschaften zuweisen

Zusammensetzen der 5 DVE-Ausprägungen zu einem Szenario

Szenario 12:
DVE 1 = DVE 5 = mittel (Fahrerbeanspruchung/ Risiko aus Verkehrssituation)
Folgen eines un stetig vorausfahrenden Fahrzeugs (BAB)
DVE 2 = hoch (Fahrerablenkung)
Stausituation auf der Gegenspur
DVE 3 = niedrig, mittel, hoch Müdigkeit nicht im Vorhinein festzulegen
DVE 4 = nicht vorhanden Keine spezifische Fahrerabsicht



15.04.2010

Tagung „Sicherheit durch FAS“ - Gunnar Tigges

24

Methodik zur Szenariengenerierung Festlegen relevanter Situationseigenschaften

Motivation

Problemstellung

Methodik zur Szenariengenerierung

Untersuchungsplanung

Funktionsspezifikation

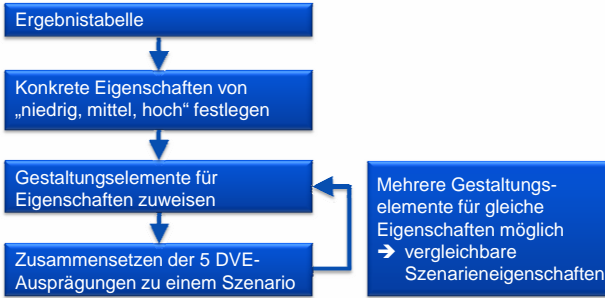
Situationseigenschaften

Szenariensammlung

Überprüfung

Zusammenfassung

- Versuchsbezogene Konkretisierung der DVE-Ausprägungen
 - Überführung der abstrakten Beschreibung in konkrete Ausgestaltungsanweisungen



15.04.2010

Tagung „Sicherheit durch FAS“ - Gunnar Tigges

25

Methodik zur Szenariengenerierung Szenariensammlung

Motivation

Problemstellung

Methodik zur Szenariengenerierung

Untersuchungsplanung

Funktionsspezifikation

Situationseigenschaften

Szenariensammlung

Überprüfung

Zusammenfassung

- Zusammenstellung der generierten Einzelszenarien in einer Szenariensammlung



15.04.2010

Tagung „Sicherheit durch FAS“ - Gunnar Tigges

26

Methodik zur Szenariengenerierung Überprüfung der Szenarien

Motivation

Problemstellung

Methodik zur Szenariengenerierung

Untersuchungsplanung

Funktionspezifikation

Situationseigenschaften

Szenariensammlung

Überprüfung

Zusammenfassung

- Verwendung des in Response 3 erarbeiteten „Code of Practice“
 - Spiegelung der Untersuchungsziele und Funktion des Assistenzsystems an den Fragen der Checkliste B

→ Ableitung der Relevanz der Kategorien der Checkliste B für die Untersuchungsziele:

- | | | |
|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Driver perception: <ul style="list-style-type: none"> – Predictability – Emotional issues – Trust – Perceptibility (message transfer to driver) – Vigilance – Workload / Fatigue | <ul style="list-style-type: none"> • Driver decision: <ul style="list-style-type: none"> – Traffic safety / Risk – Responsibility / Liability – Learnability – Behavioural changes – Comprehensibility – Error robustness | <ul style="list-style-type: none"> • Driver performance: <ul style="list-style-type: none"> – Misuse potential – Macroscopic effects, driving efficiency and economy – Benefits / Acceptance – Operability – Control Issues (Controlability) |
|--|---|---|

Beispiel

Untersuchungsziel:
Auswirkung der Unterstützung mit LF/QF im Lkw auf Aufmerksamkeit und Ermüdung

15.04.2010

Tagung „Sicherheit durch FAS“ - Gunnar Tigges

27

Methodik zur Szenariengenerierung Überprüfung der Szenarien

Motivation

Problemstellung

Methodik zur Szenariengenerierung

Untersuchungsplanung

Funktionspezifikation

Situationseigenschaften

Szenariensammlung

Überprüfung

Zusammenfassung

- Fragen der Checkliste B zur „Vigilanz“:
 - Haben Sie beachtet, dass die Verwendung des Systems monotone Situationen hervorrufen kann, falls ja, bleibt der Fahrer aufmerksam?
 - Monotone Situationen sind zu erwarten
 - Aufmerksamkeitsfrage soll in diesem Versuch geklärt werden
 - Kann die Bedienung oder Beobachtung des Systems durchgeführt werden ohne große Veränderung in der Aufmerksamkeitsdistribution bezogen auf die Fahraufgabe, damit keine potenziell gefährlichen Situationen auftreten können?
 - Die Komplexität der Bedienung ist geringfügig höher als bei herkömmlichem ACC
 - Verhindert die Mensch-Maschine-Interaktion des Systems, dass der Fahrer das Situationsbewusstsein verliert?
 - Zentrale Fragestellung des Versuchs

→ Vigilanz ist „sehr relevant“ ■

15.04.2010

Tagung „Sicherheit durch FAS“ - Gunnar Tigges

28

Methodik zur Szenariengenerierung Überprüfung der Szenarien

Motivation

Problemstellung

Methodik zur Szenariengenerierung

- Untersuchungsplanung
- Funktionsspezifikation
- Situationseigenschaften
- Szenariensammlung
- Überprüfung

Zusammenfassung

- sehr relevant
- relevant
- wenig relevant
- nicht relevant

- Ergebnis der Ableitung der Relevanz der Kategorien der Checkliste B für die Untersuchungsziele:
 - Identifizierung der relevantesten Aspekte für die Überprüfung der Szenarien
 - Je nach Komplexität, Umfang und Möglichkeiten der Untersuchung Berücksichtigung von sehr relevanten Kategorien oder auch relevanten und weniger relevanten Kategorien

- Driver perception:
 - Predictability
 - Emotional issues
 - Trust
 - Perceptibility (message transfer to driver)
 - Vigilance
 - Workload / Fatigue
- Driver decision:
 - Traffic safety / Risk
 - Responsibility / Liability
 - Learnability
 - Behavioural changes
 - Comprehensibility
 - Error robustness
- Driver performance:
 - Misuse potential
 - Macroscopic effects, driving efficiency and economy
 - Benefits / Acceptance
 - Operability
 - Control Issues (Controlability)

Untersuchungsziel:

Auswirkung der Unterstützung mit LF/QF im Lkw auf Aufmerksamkeit und Ermüdung

15.04.2010

Tagung „Sicherheit durch FAS“ - Gunnar Tigges

29

Methodik zur Szenariengenerierung Überprüfung der Szenarien

Motivation

Problemstellung

Methodik zur Szenariengenerierung

- Untersuchungsplanung
- Funktionsspezifikation
- Situationseigenschaften
- Szenariensammlung
- Überprüfung

Zusammenfassung

- Überprüfung der erstellten Szenarien anhand der relevanten „Code of Practice“-Kriterien

- Für eine Vereinheitlichung der folgenden Bewertung können Kriterien für jede Kategorie aufgestellt werden. Diese sollten aus den Antworten auf die Checkliste B abgeleitet werden
- Überprüfung jedes einzelnen Szenarios, ob es den Kriterien gerecht wird
- Es müssen nicht zwangsweise alle Szenarien allen Kriterien genügen, jedoch darf kein Kriterium unberücksichtigt bleiben
- Dokumentation der Überprüfung für spätere Nachvollziehbarkeit



	Vigilanz	Emotional issues	Fatigue	Behavioural changes	...
Szenario 12	X			X	
...

Szenario überprüft, wie stark sich der Fahrer ablenken lässt.
Szenario überprüft, ob es Unterschiede mit und ohne System gibt.

15.04.2010

Tagung „Sicherheit durch FAS“ - Gunnar Tigges

30

Methodik zur Szenariengenerierung Überprüfung der Szenarien

Motivation

Problemstellung

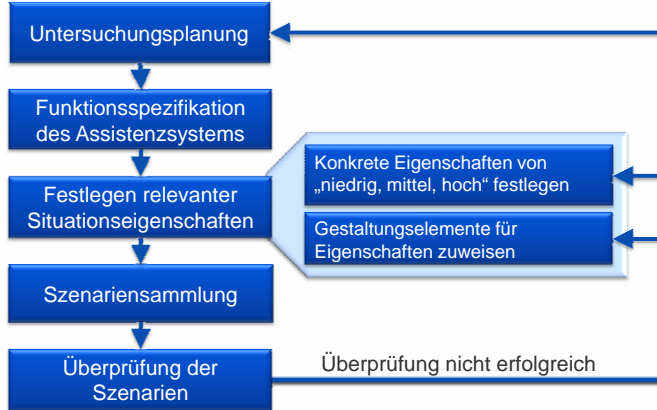
Methodik zur Szenariengenerierung

Untersuchungsplanung
Funktionspezifikation
Situationseigenschaften
Szenariensammlung

Überprüfung

Zusammenfassung

- Iterationsmöglichkeiten



15.04.2010

Tagung „Sicherheit durch FAS“ - Gunnar Tigges

31

Methodik zur Szenariengenerierung

Motivation

Problemstellung

Methodik zur Szenariengenerierung

Zusammenfassung

- Einsatz der Methode bei Untersuchung zum Themengebiet „**Fahrsicherheit und Aufmerksamkeit**“ im Rahmen von **aktiv**

- Video zeigt implementiertes Szenario 12 im Fahrsimulator



Beschreibung Szenario 12:

Der Fahrer folgt einem un stetig vorausfahrenden Fahrzeug auf der Autobahn bei externer Fahrerablenkung durch eine Stausituation auf der Gegenspur

Untersuchungsziel:

Wie stark lässt sich der Fahrer mit und ohne Fahrerassistenzsystem ablenken

27.07.2009


Tagung „Sicherheit durch FAS“ - Gunnar Tigges

32

- Motivation
- Problemstellung
- Methodik zur Szenariengenerierung
- Zusammenfassung

Zusammenfassung

- Methodik zur Szenariengenerierung
 - Leitlinie zur vollständigen und nachvollziehbaren Generierung von Testszenarien
 - Beschreibung von Situationen mittels orthogonaler Kriterien auf abstraktem Level
 - Schrittweise Konkretisierung unter Einbeziehung des Untersuchungsziels, des betrachteten Fahrerassistenzsystems und weiterer Randbedingungen
 - Überprüfung der gewonnenen Testszenarien anhand der Kategorien der Checkliste B des Code of Practice

- Evaluation der Methodik
 - Einsatz der Methode bei Untersuchung im Rahmen von  aktiv
 - Wie wirkt sich die Nutzung einer Längs- und Querführungsunterstützung im Lkw auf die Aufmerksamkeit und Ermüdung des Fahrers aus?

Vielen Dank



Autoren:

Technische Universität München
Lehrstuhl für Fahrzeugtechnik (FTM)
Prof. Dr.-Ing. Bernd Heißing,
Dipl.-Ing. Gunnar Tigges

MAN Nutzfahrzeuge AG
Central Division Research
Dipl.-Ing. Karlheinz Dörner,
Dipl.-Ing. (FH) Walter Schwertberger