



# **Verbundprojekt**

# **Trans.Safe**

# **Schlussbericht**

**Beitrag des**

**MAN Truck & Bus AG**

**Zuwendungsempfängers:**

**Dachauer Straße 667**

**80995 München**

**Laufzeit:**

**01.07.2014 – 30.06.2017**



Das diesem Bericht zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 16 S V7020 gefördert.

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

SPONSORED BY THE



Federal Ministry  
of Education  
and Research

München, 21.12.2017

---

## Inhalt

I	Kurzdarstellung zu Aufgabenstellung, Voraussetzungen, Planung und Ablauf .....	4
I.1	Aufgabenstellung und Zielsetzung.....	4
I.2	Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde .....	5
I.3	Planung und Ablauf des Vorhabens .....	5
I.3.1	WP1 Project Management .....	5
I.3.2	WP2 Requirements and User Centric Design.....	5
I.3.3	WP3 Physiological Parameters Acquisition and Stress Response Device.....	5
I.3.4	WP4 Application Development and System Integration.....	6
I.3.5	WP5 Evaluation and Field Trials .....	6
I.3.6	WP6 Marketing, Dissemination and Business Plan Development .....	6
I.4	Wissenschaftlicher und technischer Stand .....	6
I.5	Zusammenarbeit mit anderen Stellen.....	7
II	Eingehende Darstellung .....	7
II.1	Zusammenfassung erzielter Ergebnisse.....	7
II.2	Adaptives Fahrerassistenzsystem .....	8
II.3	Verwendbarkeit der Ergebnisse .....	9

# I Kurzdarstellung zu Aufgabenstellung, Voraussetzungen, Planung und Ablauf

## I.1 Aufgabenstellung und Zielsetzung

In Trans.Safe soll ein System zur Messung der Arbeitsbelastung entwickelt werden, das insbesondere ältere Mitarbeiter in risikoreichen Umgebungen (z.B. im Transportbereich) über ihren aktuellen Belastungszustand informiert und ihnen geeignete Maßnahmen (Interventions) unterbreitet, um ein optimales Belastungslevel zu erreichen. Der Schwerpunkt der Arbeiten bei MAN lag bei der Entwicklung aktiver Maßnahmen. Im Nutzfahrzeug erfolgt dies mittels Adaption von Fahrerassistenzsystemen der Längs- und Querverführung, welche dem Fahrer den jeweils optimalen Unterstützungsgrad bei der Fahrzeugführung bieten sollen. Dadurch können Verkehrsunfälle mit schweren Nutzfahrzeugen und die daraus resultierenden Folgen vermieden werden. Dies führt zu einer Steigerung der Verkehrssicherheit auf Europas Straßen und ermöglicht es älteren LKW-Fahrern zudem, sicher unterwegs zu sein.

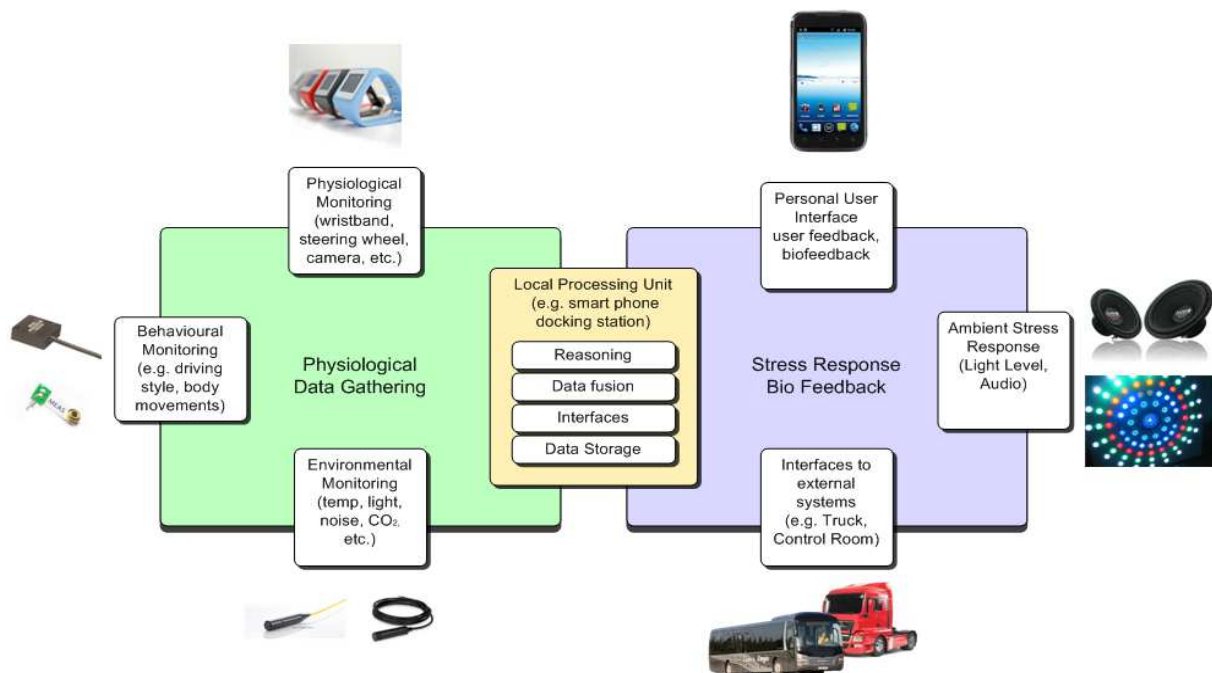


Abbildung 1: Übersichtsdarstellung

Abbildung 1 zeigt eine Übersichtsdarstellung des Trans.Safe-Systems. Neben der Datenakquise durch idealerweise berührungslose Sensorik liegt der Schwerpunkt des Projektes auch in der Entwicklung geeigneter, aktiver Maßnahmen. Als einer der beiden Anwender des Trans.Safe-Systems hat die MAN Truck & Bus AG den Schwerpunkt auf die

Systementwicklung und die Integration aktiven Maßnahmen gelegt. Es wurde ein adaptives Assistenzsystem entwickelt und in einem eigens dafür aufgebauten Versuchsfahrzeug implementiert und getestet.

Die benutzergerechte Auslegung und Intuitivität der Systembedienung ist ein wichtiges Designkriterium. Bezüglich der adressierten Benutzergruppe wird der Schwerpunkt auf ältere Fahrer eines Nutzfahrzeuges gelegt. Dennoch soll das System alle Fahrer unterstützen, die zum Führen eines Fahrzeuges im Straßenverkehr berechtigt sind.

## **I.2 Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde**

Als technische Basis für den Versuchsträger dient ein Serienfahrzeug. Es wurden Systeme für eine automatisierte Längs- und Querführung sowie der im Projekt entwickelte Prototyp des Trans.Safe-Systems in das Fahrzeug integriert.

## **I.3 Planung und Ablauf des Vorhabens**

Das Projekt Trans.Safe wurde in sechs verschiedene Arbeitspakete (Work Packages, WP1 bis WP6) unterteilt, in denen die unterschiedlichen Projektphasen bearbeitet wurden. Die Bearbeitung der Arbeitspakete erfolgte in Kooperation der Projektpartner, die Leitung der unterschiedlichen Pakete wurde jeweils von unterschiedlichen Partnern übernommen.

### **I.3.1 WP1 Project Management**

WP1 beinhaltet Projektkoordination, Projektmanagement, Dokumentation und Präsentation, sowie die zentrale Koordination mit übergeordneten Einrichtungen.

### **I.3.2 WP2 Requirements and User Centric Design**

Ziel von WP2 ist neben der Betrachtung ethischer und rechtlicher Rahmenbedingungen die Berücksichtigung der verschiedenen Anforderungen der Endnutzer und Stakeholder an das Trans.Safe-System, das Sicherheitskonzept und die Ableitung der daraus resultierenden Systemarchitektur.

### **I.3.3 WP3 Physiological Parameters Acquisition and Stress Response Device**

Basierend auf den in WP2 erarbeiteten Anforderungen an das Trans.Safe-System, legt WP3 den Fokus auf die Messung verschiedener (physiologischer) Parameter durch geeignete Sensoren und die Entwicklung der für die Stresslevel-Bestimmung erforderlichen Signalverarbeitung.

### I.3.4 WP4 Application Development and System Integration

WP4 umfasst die eigentliche Entwicklung der Algorithmen zur Stresslevel-Bestimmung und entsprechenden Maßnahmen für den Enduser sowie benutzergerechter Mensch-Maschine-Schnittstellen. Ebenso erfolgt die Integration in den Versuchsträger in diesem Arbeitspaket.

### I.3.5 WP5 Evaluation and Field Trials

In WP5 werden Testfälle und die zugehörigen Testszenarien zur Optimierung und Validierung der in WP3 und WP4 entwickelten Funktionen erarbeitet und durchgeführt.

### I.3.6 WP6 Marketing, Dissemination and Business Plan Development

Als übergeordnetes Arbeitspaket werden in WP6 ein Businessplan für eine mögliche zukünftige Serienreifmachung des Trans.Safe-Systems, Marketingaktivitäten zur Bekanntmachung des Projektes und Patent- bzw. Schutzrechtangelegenheiten bearbeitet.

## I.4 Wissenschaftlicher und technischer Stand

Nach de Waard besteht beim Führen eines Fahrzeugs ein Zusammenhang zwischen Beanspruchung, Belastung und Fahrleistung (siehe Abbildung 2). Ziel des Trans.Safe-Systems ist es also, den Fahrer im Bereich der optimalen Leistung zu halten (Bereich A2).

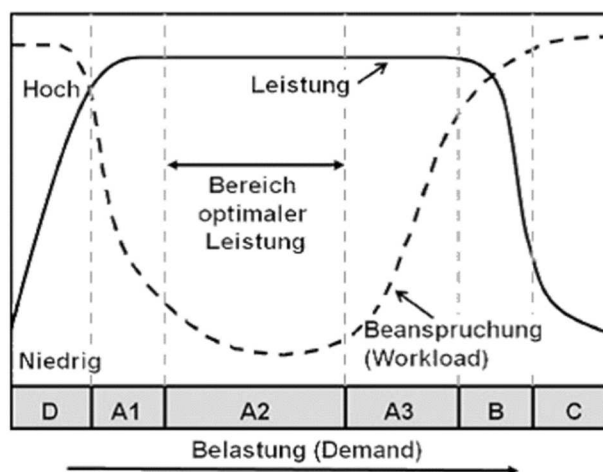


Abbildung 2: Zusammenhang von Beanspruchung, Belastung und Fahrleistung

Durch die Verfügbarkeit serienmäßiger Fahrerassistenzsysteme wie abstandsgeregelter Tempomat für die Längsführung eines Fahrzeugs und prototypischer Fahrerassistenzsysteme wie eine Fahrzeugquerführung liegt die Basis vor, ein um ein neuartiges Assistenzsystem, wie das im Folgenden beschriebene adaptive Fahrerassistenzsystem, darauf aufzubauen. .



---

Die Detektion der erforderlichen physiologischen Parameter kann durch bereits am Markt verfügbare Wearables erfolgen.

### **I.5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen**

Ein wesentlicher Aspekt während der Projektlaufzeit war die frühzeitige Einbindung von Endusern und anderen Stakeholdern, um ein optimal auf die Zielgruppe ausgerichtetes System zu erhalten und unnötige Korrekturschleifen und damit Verzögerungen zu vermeiden. Dies wurde durch verschiedene Probandenstudien erreicht.

Durch enge Zusammenarbeit aller Projektpartner wurden erzielte Projektergebnisse schnell geteilt und ein gemeinsames Verständnis der Ziele im Trans.Safe-Konsortium entwickelt. Die Nutzung von Kollaborationstools wie JIRA und Confluence hat die europäische Zusammenarbeit im Projekt auch über Grenzen hinweg vereinfacht.

Des Weiteren hat es Trans.Safe der MAN Truck & Bus AG ermöglicht, Kontakte in neuen Bereichen zu knüpfen, unter anderem im medizintechnischen Bereich. Dadurch können in Zukunft gesundheitliche Aspekte von LKW-Fahrern besser berücksichtigt werden.

## **II Eingehende Darstellung**

### **II.1 Zusammenfassung erzielter Ergebnisse**

Innerhalb des Work Package (WP) 1, Project Management, hat MAN als einer der beiden Systemanwender, an allen dafür relevanten Meetings und regelmässigen Abstimmungsrunden teilgenommen. So konnten aktuelle Ergebnisse frühzeitig geteilt und eventuelle Risiken rechtzeitig identifiziert werden. Das WP2, Requirements and User Centric Design, bildete den Schwerpunkt der ersten Projektphase. Hier konnte MAN mit seiner Expertise im Bereich Nutzfahrzeug und Fahrerassistenz einen wesentlichen Beitrag zu einem auch im LKW anwendbaren, nutzergerechten System leisten. In WP3, Physiological Parameters Acquisition and Stress Response Device hat MAN seine Anforderungen an eine komfortable Sensorik eingebracht, um ein vom Nutzer und Kunden akzeptiertes System zu erhalten. Ebenso wurde das Konzept des adaptiven Fahrerassistenzsystems erarbeitet. Als einer der beiden Anwender des Trans.Safe-Systems hat MAN den Schwerpunkt auf WP4, Application Development and System Integration, gelegt. Es wurde das stress-adaptive Assistenzsystem entwickelt und in einem eigens dafür aufgebauten Versuchsfahrzeug implementiert und getestet. Diese Arbeiten bildeten die Basis für das WP5, Evaluation and Field Trials, innerhalb dessen der Probandenversuch erfolgreich absolviert werden konnte. Durch die Einbindung der User bereits während der Entwicklung konnten Verbesserungspotenziale frühzeitig identifiziert und berücksichtigt werden. Durch die Vermarktung und Bekanntmachung des Projektes in WP6, Marketing, Dissemination and Business Plan Development, konnten auch Personengruppen angesprochen werden, deren Fokus bisher



---

nicht auf dem Transportsektor lag, was die Sichtbarkeit von MAN und dem Transportsektor unter anderem im Health Sektor erhöht hat.

Für die MAN Truck & Bus AG stellt Trans.Safe die erstmalige Arbeit in einem Projekt, welches im Rahmen des AAL Joint Programme gefördert wurde, dar. Zum ersten Mal wurde ein Fahrerassistenzsystem speziell für ältere Arbeitnehmer bzw. LKW-Fahrer entwickelt. Dabei wurde bei der Entwicklung des stress-adaptiven Fahrerassistenzsystems, welches auf dem im Konsortium entwickelten Algorithmus bzw. Systems basiert, sowohl auf die Kontrollierbarkeit durch den Enduser (hier: Fahrer) als auch auf Datenschutz geachtet, um Gefahren auszuschließen und Datenmissbrauch vorzubeugen. Beispielsweise ist jederzeit eine Übersteuerung des Systems durch den Fahrer möglich. Das System ist so konzipiert, dass keine Daten gespeichert werden, die einen Rückschluss auf den Fahrer zulassen.

Im Rahmen von Trans.Safe konnten wichtige technische Erkenntnisse hinsichtlich der Messung der aktuellen Arbeitsbelastung bzw. des Stresslevels im Nutzfahrzeug gewonnen werden. Diese bilden die Basis für denkbare Nutzung des Systems für das automatisierte Fahren. Hier ist es wichtig, den aktuellen Zustand des Fahrers zu kennen, um die Systemgrenzen eines hochautomatisierten Fahrzeuges geeignet zu wählen und die Fahraufgabe wieder an den Fahrer abgeben zu können.

## **II.2 Adaptives Fahrerassistenzsystem**

In Rahmen des Projektes wurde ein fahreradaptives Managementkonzept für die Quer- und Längsführung in Nutzfahrzeugen entwickelt, welches sich an dem Stresslevel des Fahrers orientiert und zielgerichtet die einzelnen Systeme wie Abstandstempomat und Spurrückführung bzw. Spurhaltung zu- und abschaltet sowie stressabhängig parametrisiert. Dieses Konzept wurde in seinen Kernfunktionen in einem Matlab/Simulink-Modell umgesetzt. Ein Versuchsfahrzeug wurde so umgerüstet, dass es die Längs- und Querführung automatisiert realisieren kann.

Die in Trans.Safe entwickelte Komponente zur Fahrerzustandserkennung wurde in den Versuchsträger integriert und zusammen mit dem adaptiven Fahrerassistenzsystem in einem Feldexperiment mittels Fahrversuchen validiert. Aufgrund der geringen Anzahl an Probanden kann eine abschließende Bewertung nicht vorgenommen werden. Mit einer höheren Grundgesamtheit an Versuchspersonen (in der entsprechenden Altersgruppe) sind detailliertere Ergebnisse zu erwarten.

Um eine geeignete Mensch-Maschine-Schnittstelle zu erhalten, wurden in den einzelnen Konzeptphasen die Ergebnisse im Rahmen von Nutzerbefragungen kontinuierlich in die weitere Entwicklung integriert.





---

Somit wurde eine Grundlage für weitere Entwicklungen eines stressbasierten adaptiven Assistenzsystems gelegt, welches vor allen im Hinblick auf den teil- und hochautomatisierten Fahrbetrieb ein unumgängliches Thema darstellt.

### **II.3 Verwendbarkeit der Ergebnisse**

Die im Rahmen des Projektes gewonnenen Ergebnisse können für weitere Entwicklungen auf dem Gebiet der Fahrerzustandserkennung verwendet werden. Dies ist insbesondere im Hinblick auf das automatisierte Fahren ein wesentlicher Aspekt, um die Übergabe der Fahraufgabe an den Fahrer durchführen zu können.

## Berichtsblatt

1. ISBN oder ISSN	2. Berichtsart (Schlussbericht oder Veröffentlichung) Schlussbericht
3. Titel  Schlussbericht der MAN Truck & Bus AG zum Verbundprojekt „Ambient Response to Avoid Negative Stress and enhance SAFETy“ – Trans.Safe (AAL-6-2013-64)  mit dem Teilvorhaben  Entwicklung eines Systems zur Erkennung der Arbeitsbelastung für ältere Arbeitnehmer an sicherheitsrelevanten Arbeitsplätzen.	
4. Autor(en) [Name(n), Vorname(n)]  Reule, Michael	5. Abschlussdatum des Vorhabens 30.06.2017
	6. Veröffentlichungsdatum Dezember 2017
	7. Form der Publikation Öffentlicher Schlussbericht
8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse)  MAN Truck & Bus AG Abteilung EZRED Dachauer Straße 667 80995 München	9. Ber. Nr. Durchführende Institution
	10. Förderkennzeichen 16 S V7020
	11. Seitenzahl
12. Fördernde Institution (Name, Adresse)  Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) 53170 Bonn	13. Literaturangaben
	14. Tabellen
	15. Abbildungen
16. Zusätzliche Angaben	
17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum)	
18. Kurzfassung In Trans.Safe konnte ein System zur Messung der Arbeitsbelastung entwickelt werden, das insbesondere ältere Mitarbeiter in risikoreichen Umgebungen (z.B. im Transportbereich) über ihren aktuellen Belastungszustand informiert und ihnen geeignete Maßnahmen (Interventions) unterbreitet, um ein optimales Belastungslevel zu erreichen. Der Schwerpunkt der Arbeiten bei MAN lag bei der Entwicklung aktiver Maßnahmen. Dies erfolgt mittels Adaption von Fahrerassistenzsystemen der Längs- und Querführung, welche dem Fahrer eines Nutzfahrzeuges den jeweils optimalen Unterstützungsgrad bei der Fahrzeugführung bieten sollen. Dadurch können Verkehrsunfälle mit schweren Nutzfahrzeugen und die daraus resultierenden Folgen vermieden werden. Dies führt zu einer Steigerung der Verkehrssicherheit auf Europas Straßen und ermöglicht es älteren LKW-Fahrern zudem, sicher unterwegs zu sein. Für die MAN Truck & Bus AG stellt Trans.Safe die erstmalige Arbeit in einem Projekt, welches im Rahmen des AAL Joint Programme gefördert wurde, dar. Zum ersten Mal wurde ein Fahrerassistenzsystem speziell für ältere Arbeitnehmer bzw. LKW-Fahrer entwickelt. Dabei wurde bei der Entwicklung des stress-adaptiven Fahrerassistenzsystems, welches auf dem im Konsortium entwickelten Algorithmus bzw. Systems basiert, sowohl auf die Kontrollierbarkeit durch den Enduser als auch auf Datenschutz geachtet, um Gefahren auszuschließen und Datenmissbrauch vorzubeugen. Beispielsweise ist jederzeit eine Übersteuerung des Systems durch den Fahrer möglich. Es werden keine Daten gespeichert, die einen Rückschluss auf den Fahrer zulassen. Im Rahmen von Trans.Safe konnten wichtige technische Erkenntnisse hinsichtlich der Messung der aktuellen Arbeitsbelastung bzw. des Stresslevels im Nutzfahrzeug gewonnen werden. Diese bilden die Basis für denkbare Nutzung des Systems für das automatisierte Fahren. Hier ist es wichtig, den aktuellen Zustand des Fahrers zu kennen, um die Systemgrenzen eines hochautomatisierten Fahrzeuges geeignet zu wählen und die Fahraufgabe wieder an den Fahrer abgeben zu können.	
19. Schlagwörter Fahrerassistenz, Automatisiertes Fahren, Nutzfahrzeug, Fahrerzustandsbeobachtung	
20. Verlag	21. Preis

## Document Control Sheet

1. ISBN or ISSN	2. type of document (e.g. report, publication) Final report
3. title  Final report by MAN Truck & Bus AG about the joint project „AmbienT Response to Avoid Negative Stress and en-hance SAFETY“ – Trans.Safe (AAL-6-2013-64)  with the part project  Development of a system to detect the workload of elderly employees on safety relevant workplaces.	
4. author(s) (family name, first name(s))  Reule, Michael	5. end of project 30.06.2017  6. publication date December 2017  7. form of publication Public final report
8. performing organization(s) (name, address)  MAN Truck & Bus AG Department EZRED Dachauer Str. 667 80995 Munich	9. originator's report no.   10. reference no. 16 S V7020  11. no. of pages
12. sponsoring agency (name, address)  Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) 53170 Bonn	13. no. of references   14. no. of tables   15. no. of figures
16. supplementary notes	
17. presented at (title, place, date)	
18. abstract <p>In Trans.Safe a system to measure work-load was developed, which is tailored for senior employees in risk environments (e.g. in transportation domain). The Trans.Safe system informs the employee about his or her current work-load and, in addition, suggests adequate interventions to reach an optimal workload. The focus of MAN Truck &amp; Bus AG was the development of active interventions in commercial vehicles. In this specific case, active intervention does mean the adaption of Advanced Driver Assistance Systems (ADAS). The ADAS controls the vehicle's lateral and longitudinal movement and should support the driver in an adequate way to reach the optimized workload. This may led to a decreasing number of accidents with heavy duty vehicles (HDV) and the resultant consequences. The safety on Europe's street may increase and senior truck drivers may longer stay on the road.</p> <p>For MAN Truck &amp; Bus, Trans.Safe was the first AAL Joint Programme funded project. For the first time, an ADAS was developed for the specific demands of senior truck drivers. During the development of the stress-adaptive ADAS based on the Trans.Safe algorithm, the controllability through the end user and data protection issues were always kept in mind. For example, the driver can override the system every time. No data were stored, which would allow a conclusion to a single driver.</p> <p>Within Trans.Safe, important technical knowledge regarding the measurement of current workload and stress detection, respectively, in commercial vehicles was aggregated. This may also be a base for using such kind of system in the context of automated driving. Here it is important that the system knows the state of the driver to select the system boundaries of a highly automated vehicle and hand over the control to the driver.</p>	
19. keywords	
20. publisher	21. price