

COMUNICAR Information Manager: Ergebnisse der Felduntersuchungen

Roland Schindhelm, Christhard Gelau, Marika Hoedemaker

Ausgangssituation und Ziel des COMUNICAR Projekts

Der Trend zu immer mehr Informations- und Kommunikationssystemen im Auto wird sich in den nächsten Jahren weiter beschleunigen und dem Fahrer eine Vielzahl neuer Telematik-, Assistenz-, Unterhaltungs-, Komfort- und Businessfunktionen erschließen. Die Gestaltung der Schnittstellen und der Interaktion zwischen diesen Systemen und dem Fahrer gewinnt dabei zunehmend an Bedeutung für die Verkehrssicherheit. Dem erhofften Nutzen dieser Systeme für Fahrerunterstützung und Fahrkomfort stehen mögliche negative Auswirkungen auf die Fahrsicherheit gegenüber - nämlich dann, wenn die Bedienung einer Vielzahl von gleichzeitig genutzten Systemen und die Menge der parallel beim Fahrer eingehenden Informationen zu dessen Ablenkung und Überlastung des Fahrers führen.

Diesem Problemfeld widmete sich das Projekt COMUNICAR (Communication Multimedia Unit Inside CAR). COMUNICAR lief von Januar 2000 bis Ende Mai 2003 und war im 5. Rahmenforschungsprogramm der Europäischen Kommission angesiedelt. Neben der BAST waren zehn weitere europäische Projektpartner aus Industrie und Wissenschaft mit Kompetenzen in den Bereichen Fahrzeugtechnik, Ergonomie, Kommunikationstechnik und Computerwissenschaften beteiligt.

Frühere Studien haben gezeigt, dass Fahrer periphere Informationen von Bordsystemen aufnehmen können, ohne die visuelle Aufmerksamkeit vom Straßengeschehen abzuwenden. Ob und wie gut der Fahrer hierzu in der Lage ist, hängt jedoch nicht zuletzt von der Informationsverarbeitung durch den Fahrer und damit von Informationsart, genutzten Wahrnehmungskanälen (z.B. visuell, auditiv, haptisch), Position und Benutzerfreundlichkeit der Ein- und Ausgabeelemente etc. ab. Dem Projekt lag daher die Annahme zugrunde, dass die Vielzahl der gleichzeitig vom Fahrer wahrzunehmenden und zu verarbeitenden Informationen mit der Fahraufgabe vereinbar bleiben kann, wenn die Mensch-Maschine-Interaktion über einen benutzerzentrierten Ansatz und damit unter Berücksichtigung der Benutzerbedürfnisse und der ergonomischen Anforderungen gestaltet wird. Ziel war daher die Gestaltung, Entwicklung und Evaluierung eines Systems, das den Fahrer bei der Bewältigung vieler, gleichzeitig eingehender Informationen unterstützt und eine leicht handhabbare integrierte Benutzerschnittstelle aufweist.

Systemstruktur

Das im Rahmen des Projekts entwickelte „COMUNICAR System“ besteht aus den folgenden Komponenten (**Bild 1**):

- verschiedene Funktionen zu Telematikdiensten (z.B. Navigation, SMS, E-Mail, Mobiltelefon), Fahrerassistenz (z.B. Kollisionswarnung, Spurwarnung), Unterhaltung (z.B. Radio, CD, MP3) und zur digitalen Darstellung der traditionellen, für die primäre Fahraufgabe notwendigen Informationen (z.B. Geschwindigkeit, Drehzahl);
- eine als Informationsmanager (IM) bezeichnete regelbasierte Filterlogik, die die von den verschiedenen Assistenz-, Telematik- und Unterhaltungsfunktionen übermittelten Informationen aufeinander abstimmen soll (**Bild 2**);
- eine multimediale integrierte Mensch-Maschine-Schnittstelle (MMS) zur zentralen Bedienung und Informationsausgabe der o.g. Funktionen.

Der IM entscheidet, zu welchem Zeitpunkt und über welchen Wahrnehmungskanal die eingehenden Informationen an den Fahrer weitergegeben werden. Dabei basiert die Entscheidung des IM auf der Einschätzung der momentanen Fahrerbelastung, von Sicherheitsaspekten der Fahr- und Verkehrssituation, die über verschiedene Sensoren erfasst wird, sowie der Dringlichkeit der eingehenden Informationen. In kritischen und hochbelastenden Situationen verzögert der IM die Weitergabe der eingetroffenen Informationen an den Fahrer, bis sich die Situationseinschätzung geändert hat. Mehrere, gleichzeitig eintreffende Informationen werden vom IM entzerrt, indem dieser die Informationen mit Prioritäten versieht und nacheinander an den Fahrer weitergibt. Dringende sicherheitskritischen Informationen, wie z.B. Kollisionswarnungen, werden jedoch direkt durchgestellt.

Benutzerzentrierter Entwicklungsprozess

Die im Projekt durchgeführten Versuche zur ergonomischen Evaluierung des COMUNICAR Systems waren in einen benutzerzentrierten, iterativen Entwicklungsprozess integriert (**Bild 3**). Auf diese Weise war es möglich, frühzeitig den Benutzer einzubinden und die Ergebnisse der Benutzertests im weiteren Gestaltungs- und Entwicklungsprozess zu nutzen.

Nach der Analyse der Benutzeranforderungen wurden Gestaltungsalternativen für die integrierte MMS erarbeitet und als virtuelle Prototypen im Laborversuch getestet. Die Systementwicklung wurde durch Versuche in einem Fahrsimulator

begleitet. Durch den Einsatz des Fahrsimulators war es möglich, auch kritische Fahrsituationen ohne Gefährdung der Testpersonen zu untersuchen.

In der Phase der Systemimplementierung wurden zwei Demonstratorfahrzeuge mit realen Prototypen des COMUNICAR Systems (**Bild 4**) ausgerüstet, die für die abschließenden Feldversuche im Frühjahr 2003 zur Verfügung standen. Die Feldversuche bei CRF (Centro Ricerche Fiat) in Italien fanden auf einem Alfa Romeo 147 statt. Für die Feldversuche bei Volvo in Schweden wurde das System in einen Volvo S60 implementiert. Der IM und das ergonomische Konzept der MMS war für beide Demonstratorfahrzeuge gleich, während die unterschiedliche Gestaltung der MMS den Anforderungen der unterschiedlichen Marktsegmente beider Fahrzeuge (Kompaktklasse, obere Mittelklasse) Rechnung trug.

Methodik der Feldversuche

Hauptziel der Feldversuche war es, den IM und die multimediale MMS unter realen Straßenverkehrsbedingungen hinsichtlich der Kriterien Fahrerbeanspruchung, Fahrverhalten, Akzeptanz und Bedienfreundlichkeit zu bewerten. Dabei wurde von der Hypothese aus, dass beim Fahren mit IM die von den eingehenden Informationen herrührenden Belastungsspitzen abgebaut und so die Beanspruchung und Ablenkung des Fahrers reduziert werden. Auf diese Weise trägt der IM letztlich zur Verbesserung der Fahrqualität und zur Erhöhung der Fahrsicherheit bei.

An den Feldversuchen in Italien und Schweden nahmen jeweils 32 Versuchspersonen teil. Jede Versuchsperson hatte zwei Fahrten auf dem Demonstratorfahrzeug zu absolvieren, eine Fahrt mit eingeschaltetem IM, die andere Fahrt mit ausgeschaltetem IM. Um Reihenfolgeeffekte zu minimieren, führte die eine Hälfte der Versuchspersonen die erste Fahrt mit eingeschaltetem IM durch, während die andere Hälfte mit ausgeschaltetem IM begann. Bei welcher Fahrt der IM aktiviert war, wurde der Versuchsperson nicht mitgeteilt.

Um den IM bei unterschiedlichen Fahrerbelastungen untersuchen zu können, wurde die Fahrstrecke in einzelne Szenarien unterteilt, die nach Komplexität und Schwere der primären Fahraufgabe (Fahrmanöver, Straßen-/Verkehrssituation) ausgewählt wurden. Beispielsweise wurde ein Abbiegevorgang im Innenstadtverkehr als hoch belastende Fahrsituation definiert, während das Fahren auf der Autobahn als wenig belastend eingestuft wurde.

Zusätzlich zur primären Fahraufgabe hatten die Fahrer sog. Sekundäraufgaben, d.h. Bedienungsaufgaben am COMUNICAR System, zu erledigen, die an vorbestimm-

ten Punkten der Fahrstrecke gestellt wurden. Die beiden Versuchsfahrten (mit bzw. ohne IM) unterschieden sich vor allem hinsichtlich des Zeitpunkts, an dem der IM die sekundären Bedienungsaufgaben dem Fahrer anzeigte. In Situationen mit niedrigem Risiko stellte der IM die Nachricht direkt durch, in Situationen mit höherem Risiko wurde die Nachricht so lange verzögert, bis die Situation vorüber war und der IM ein zulässiges Risikoniveau ermittelte. Bedienungsaufgaben waren beispielsweise das Lesen einer Kurznachricht (via E-Mail, SMS, Telefon), die am zentralen Display angezeigt und vom Fahrer mündlich bestätigt werden musste. Andere Bedienungsaufgaben enthielten auch Eingaben über die MMS.

Vor Beginn der Versuchsfahrten wurde jede Versuchsperson mit der Bedienung des COMUNICAR Systems und dem Fahrzeug vertraut gemacht. Die beiden Versuchsfahrten dauerten jeweils ca. 45 min und wurden vom Versuchsleiter begleitet. Zu Fahrerbelastung und Fahrverhalten wurden die während der Fahrt gemessenen Daten im Logfile erfasst. Nach den einzelnen Versuchsfahrten bewerteten die Versuchspersonen ihre subjektiv erlebte mentale Beanspruchung und die eigene Fahrqualität. Abschließend wurden die Versuchspersonen über Interviews und Ratingskalen zu Akzeptanz und Nutzerfreundlichkeit des Systems befragt.

Ergebnisse der Feldversuche

Die Auswertung der Fahrversuche erfolgte anhand von Vergleichen zwischen den Fahrten, bei denen der IM eingeschaltet war, und den Fahrten, die bei ausgeschaltetem IM durchgeführt wurden. Bei der subjektiven Beurteilung hinsichtlich Nutzen, Komfort und Handhabbarkeit äußerten sich sowohl die italienischen als auch die schwedischen Versuchspersonen positiv zur Schnittstellengestaltung des COMUNICAR Systems. Hervorgehoben wurde dabei die leichte Eingabemöglichkeit mit Hilfe des zentralen "haptischen" Bedienknopfs (s. **Bild 4**).

Die subjektiv erlebte Beanspruchung bei Fahrt mit IM zeigte im Mittel geringfügig niedrigere Werte als bei Fahrt ohne IM. Der Unterschied war jedoch sowohl beim italienischen als auch beim schwedischen Feldversuch nicht signifikant. Dagegen zeigten die objektiven Beanspruchungsmessungen (PDT-Methode: Peripheral Detection Task) des schwedischen Feldversuchs, dass bei Fahrt mit IM die Fahrerbeanspruchung niedriger war als bei Fahrt ohne IM: Bei Fahrt mit IM war die Reaktionszeit der Fahrer signifikant kürzer als bei Fahrt ohne IM (**Bild 5**).

Dieser Effekt spiegelte sich auch in der Fahrgeschwindigkeit wider. Die höhere Beanspruchung bei Fahrt ohne IM wurde von den Versuchspersonen offensichtlich durch eine Reduzierung der Fahrgeschwindigkeit kompensiert. Gleichzeitig drückten sich die häufigeren Belastungsspitzen der Fahrer in stark wechselnden Fahr-

geschwindigkeiten aus. Bei Fahrten mit IM trat dieses Verhalten nicht auf (**Bild 6**). Aus dem beobachteten Effekt auf das Fahrerverhalten lässt sich nicht nur auf den Nutzen des IM schließen. Der Kompensationseffekt bestätigt auch, dass der Fahrer selbst regulierend eingreift und durch Anpassung seines Verhaltens eine hohe Beanspruchung auf ein für ihn akzeptables Niveau reduzieren kann.

Zusammenfassung

Bei den Kriterien Nutzerakzeptanz und Bedienfreundlichkeit wiesen sowohl die italienische als auch die schwedische Studie eine positive Bewertung des COMUNICAR-Systems auf. Zu unterschiedlichen Ergebnissen kamen die beiden Feldversuche hinsichtlich der Kriterien Fahrverhalten und der Fahrerbeanspruchung. Während beim Feldversuch in Italien ein signifikanter Einfluss des IM hier nicht festgestellt werden konnte, zeigten sich beim schwedischen Feldversuch signifikante Unterschiede zwischen dem Fahren mit und ohne IM. Zusammenfassend bestätigen die Ergebnisse die Erwartung, dass der IM vor allem in kritischen, hoch belastenden Fahrsituationen zu einer Reduzierung der Fahrerbeanspruchung, Verbesserung des Fahrverhaltens und damit zu einer Erhöhung der aktiven Fahr-sicherheit beitragen kann.

Literaturhinweise

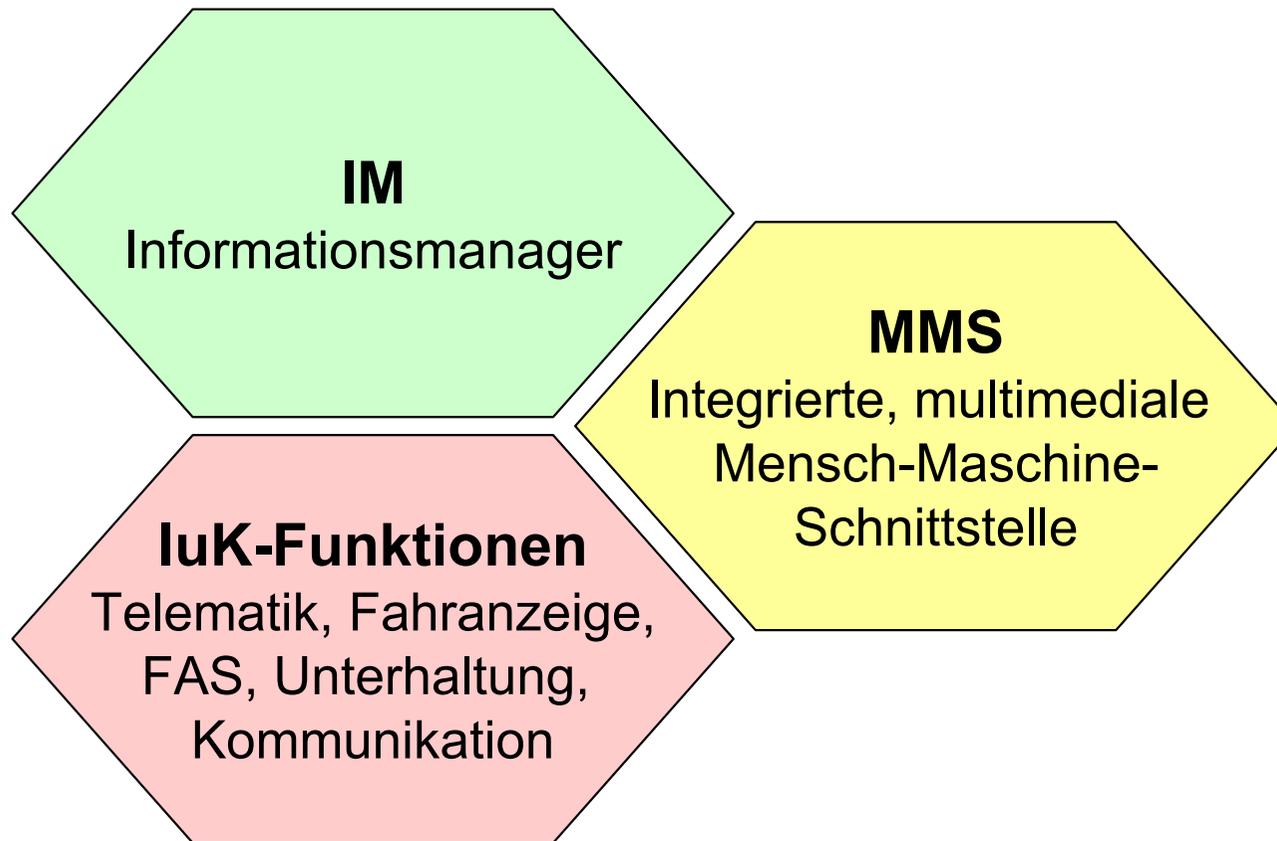
Gelau, C., Jahn, G., Krems, J.F., Uno, H., Kircher, A., Östlund J. & Nilsson, L. (2003). State-of-the-art of the SNRA/JARI/BAST joint research on driver workload measurement within the framework of IHRA-ITS. *Proceedings of the 18th ESV conference, Nagoya, Japan, May, 19-22, 2003.*

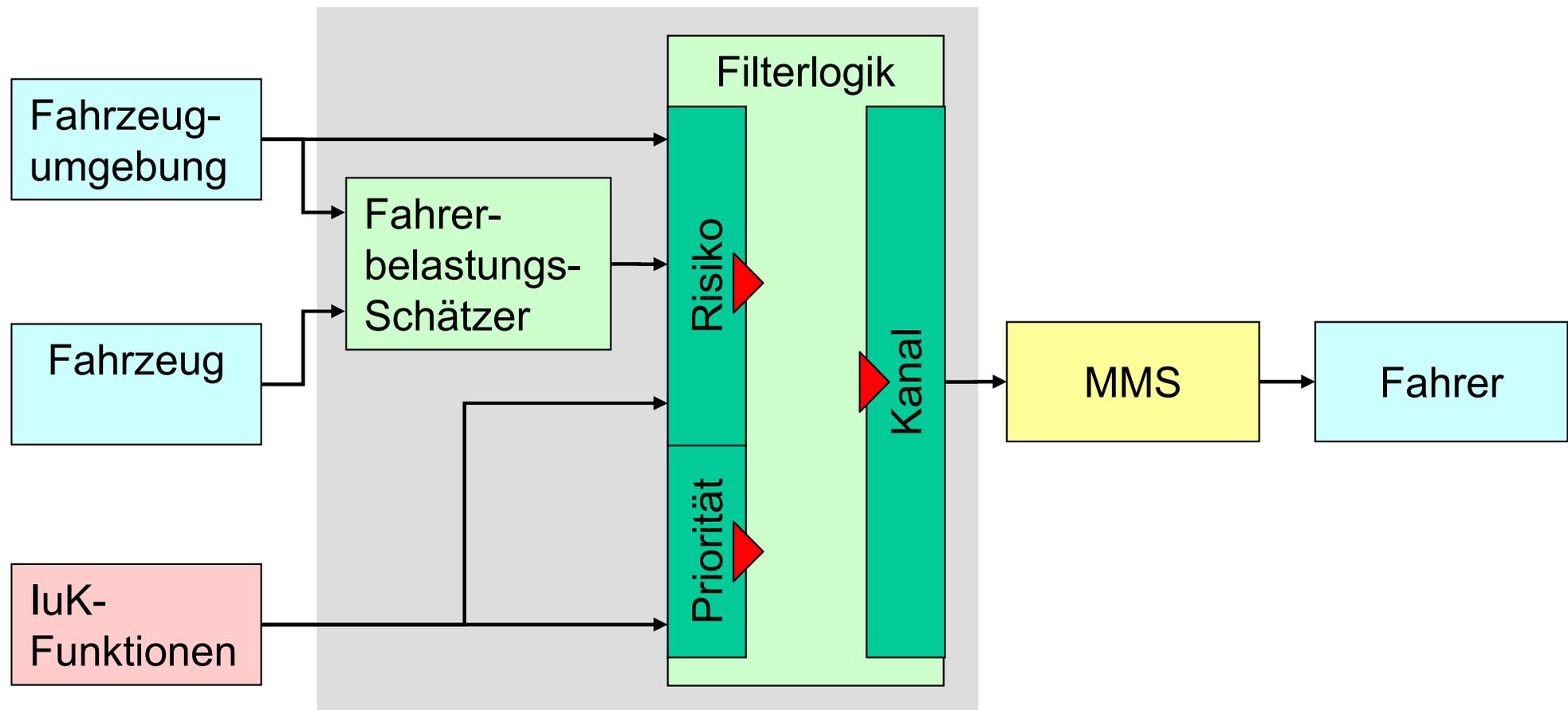
Harms, L. (1991). Variation in drivers' cognitive load: effects of driving through village areas and rural junctions. *Ergonomics*, 34, 151-160.

Van der Laan, J.D., Heino, A. & de Waard, D. (1997). A simple procedure for the assessment of acceptance of advanced transport telematics. *Transportation Research – C*, 5, 1-10.

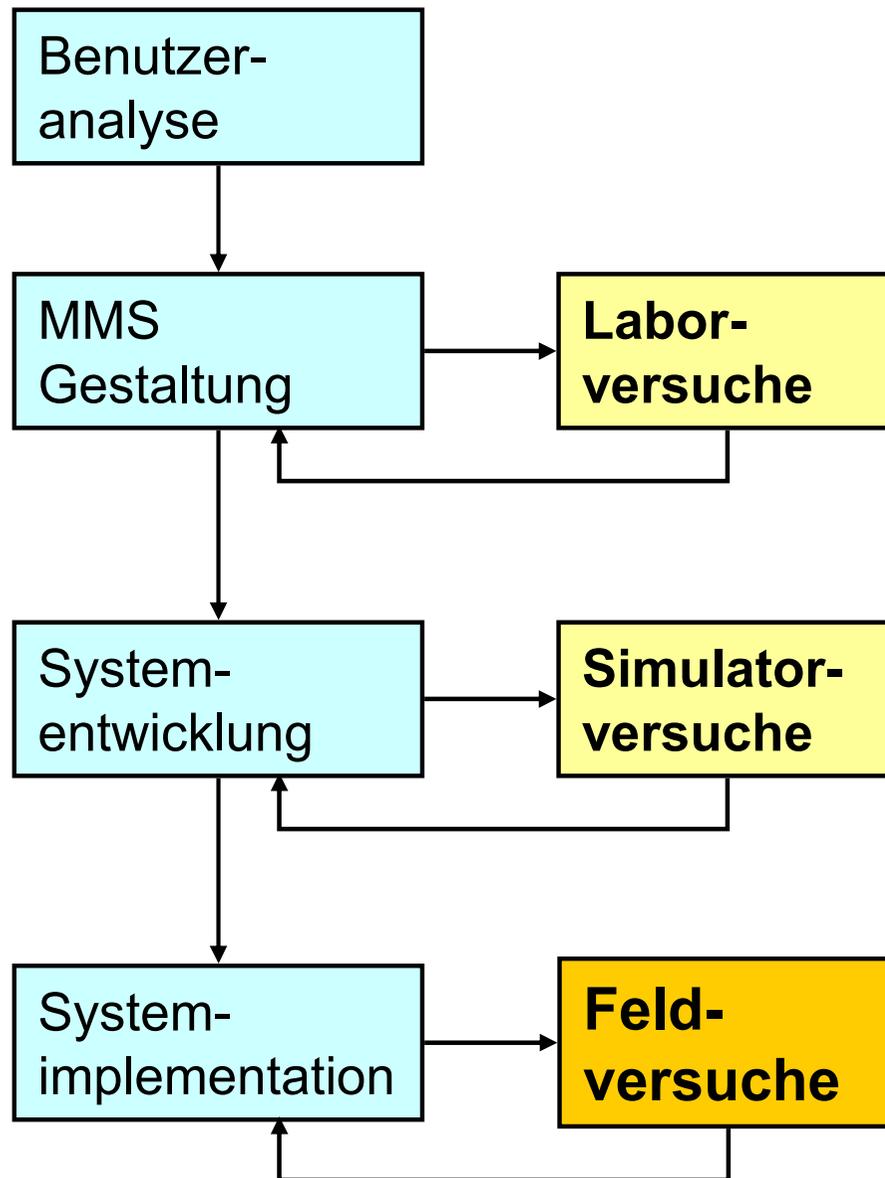
Verwey, W.B. (2000). On-line driver workload estimation. Effects of road situation and age on secondary task measures. *Ergonomics*, 43, 187-209.

... aus der Perspektive des Benutzers:





Iterativer Entwicklungsprozess



- virtuelle MMS-Prototypen
- Akzeptanz, Benutzerfreundlichkeit, Verständlichkeit

- reale MMS-Prototypen, virtueller IM-Prototyp
- Sicherheit, Beanspruchung unter reproduzierb. Verkehrsbedingungen

- reale MMS- und IM-Prototypen
- Beanspruchung, Fahrverhalten, Benutzerfreundlichkeit unter realen Verkehrsbedingungen

MMS-Prototypen in den Demofahrzeugen

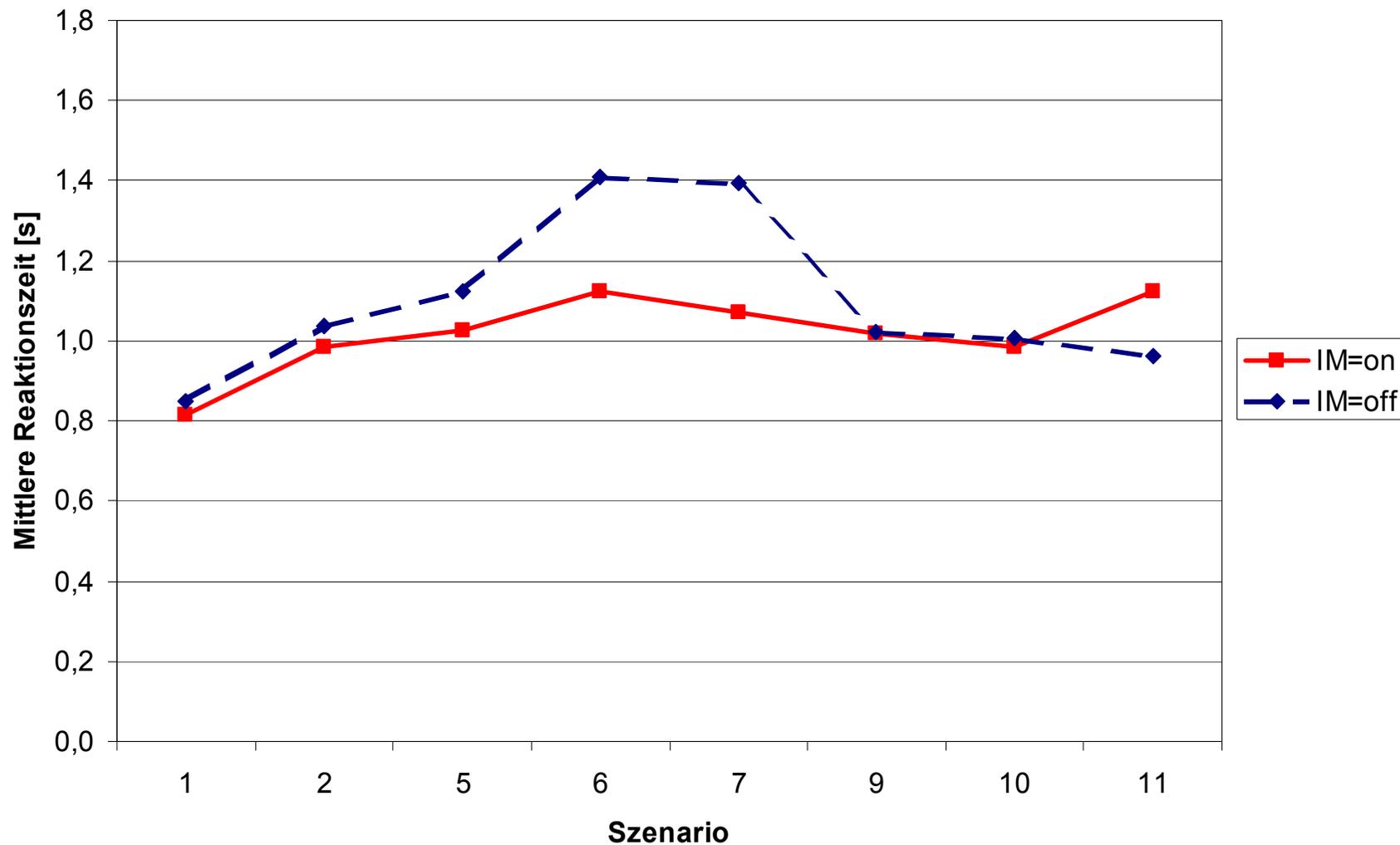


Demofahrzeug Alfa Romeo 147
für Feldversuch in Italien



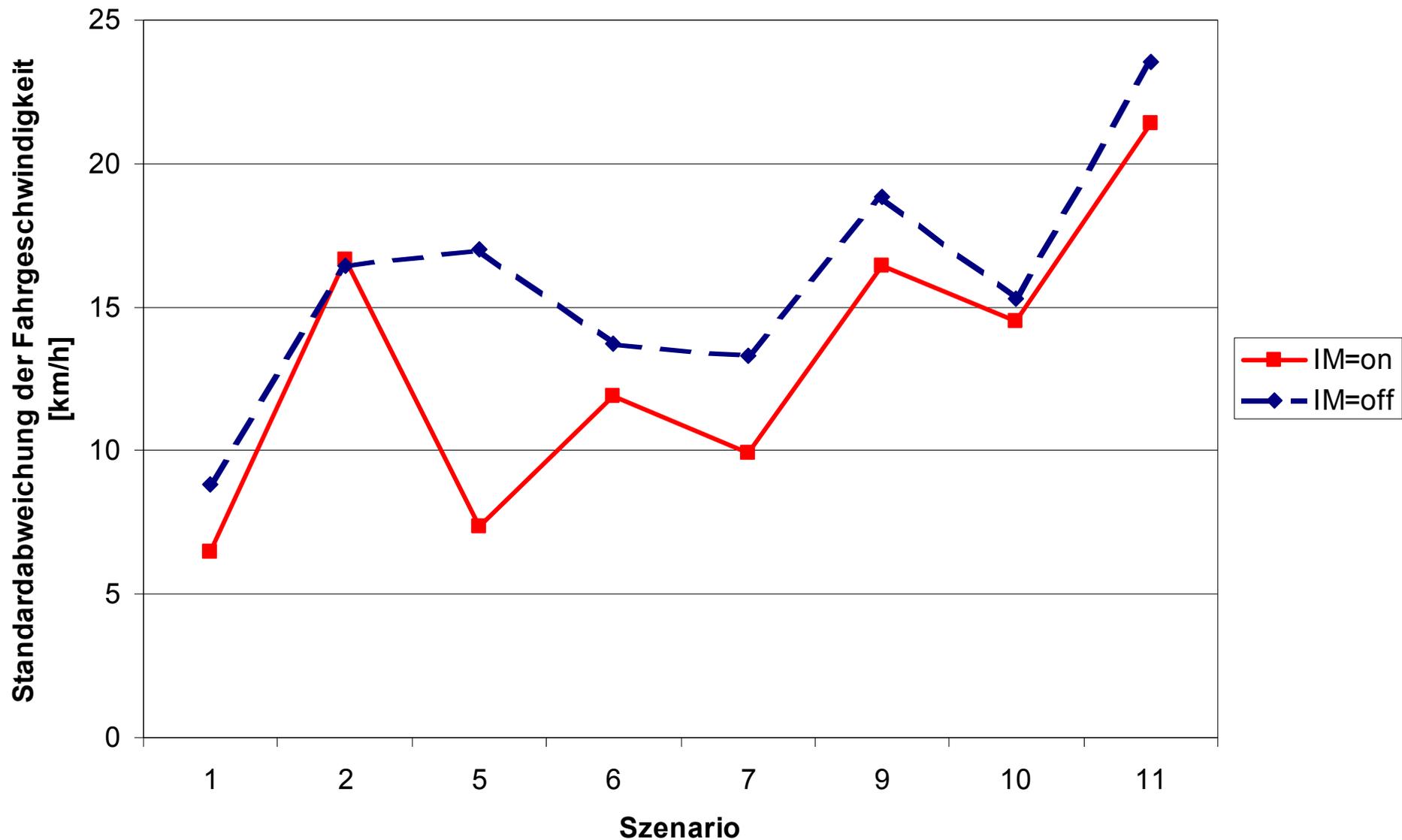
Demofahrzeug Volvo S60
für Feldversuch in Schweden

PDT-Messung: Reaktionszeit des Fahrers auf die PDT-Lichtsignale



Datenbasis:Feldversuch Schweden

Wirkung des IM auf das Fahrverhalten



Datenbasis:Feldversuch Schweden