

Ergonomischer Lösungsansatz für die gleichzeitige Rückmeldung mehrerer Fahrerassistenzsysteme an den Fahrer

Dipl.-Ing. (Univ.) Hagen Wolf
Dipl.-Psych. Rolf M. Zöllner
Prof. Dr. rer. nat. Heiner Bubb
Lehrstuhl für Ergonomie
Technische Universität München
www.ergonomie.tum.de

Zusammenfassung

In den nächsten Jahren ist zu erwarten, dass Fahrzeuge neben den bereits heute gängigen Infotainment, Navigationssystemen und Kommunikationseinrichtungen über weitere zusätzliche Fahrerassistenzsysteme verfügen werden. Zu Problemen (u.a. Akzeptanzprobleme, Übersehen von Informationen seitens des Fahrers) kann es kommen, wenn zu viele Systeme gleichzeitig an den Fahrer melden. Die physikalische Gleichzeitigkeit stimmt mit der empfundenen Gleichzeitigkeit nicht überein. Der Zeitraum der empfundenen Gegenwart und damit Gleichzeitigkeit beträgt ca. 3 Sekunden.

Um eine Überlastung der Informationsaufnahme des Fahrers (begrenzt durch 7 +/- 2 psychologische Einheiten) in einer solchen Situation zu vermeiden, wird vorgeschlagen, die Rückmeldung der Fahrerassistenzsysteme zu priorisieren.

Dazu werden die Fahrerassistenzsysteme danach eingeteilt, ob sie bei der primären, sekundären bzw. tertiären Fahraufgabe assistieren, weil dadurch implizit bei Nichterfüllung der Fahraufgabe auf der entsprechenden Ebene die Schadenseintrittswahrscheinlichkeit und das zu erwartenden Schadensausmaßwahrscheinlichkeit berücksichtigt werden.

Mit Hilfe eines paarweisen Vergleichs kann eine Prioritätenliste erstellt werden, nach der die Rückmeldung an den Fahrer gestaltet werden kann. Entgegenkommend ist, dass es Fälle gibt, bei denen eine gleichzeitige Rückmeldung von Fahrerassistenzsystemen von Haus aus nicht gegeben ist. Zur Überprüfung der Prioritätenliste müssen Versuche durchgeführt werden, wobei dies jedoch nicht mit Realfahrversuchen möglich ist, sodass auf einen Simulator ausgewichen werden muss.

1 Ausgangssituation

Da in den nächsten Jahre zu erwarten ist, dass neben den bereits jetzt schon relativ weit verbreiteten Infotainment-, Navigations- und Kommunikationssystemen zunehmend mehrere Fahrerassistenzsysteme im Fahrzeug zu finden sein dürften, ergibt sich ein Problem, sobald mehrere solcher Systeme gleichzeitig an den Fahrer rückmelden. Es wird gezeigt werden, dass die empfundene Gegenwart und Gleichzeitigkeit nicht mit der physikalischen Gleichzeitigkeit übereinstimmt. Die Art der Rückmeldung (z.B. reine Information, ankommender Anruf, Warnung oder Übernahmeaufforderung eines Fahrerassistenzsystems) spielt beim Gleichzeitigkeitserlebnis nur eine untergeordnete Rolle.



Folie 3

Entscheidend bei einer gleichzeitigen Informationsaufnahme ist das Aufnahmevermögen mit der bekannten Grenze des Kurzzeitgedächtnisses von 7 +/- 2 psychologischen Einheiten, die besagt, dass der Mensch nur 5 bis 9 parallele Informationseinheiten gleichzeitig aufnehmen bzw. bearbeiten kann. In Folie 3 ist der genannte Sachverhalt anhand des Autofahrens näher erläutert. Die Längsregelung des Fahrzeugs führt der Fahrer mit Hilfe von Bremsen, Gasgeben und ggf. Schalten durch. Die Querregelung erfolgt über das Lenken. Die Führungsgrößen (z.B. Bahnkrümmung der Kurve, innerer Sollkurs, gespürte Querbeschleunigung, etc.) werden ebenso für die Erfüllung der Fahraufgabe benötigt. Normalerweise müssten dadurch bereits 5 der 7 +/- 2 psychologischen Einheiten belegt sein. Für einen Großteil der Autofahrer ist jedoch das Erfüllen der Fahraufgabe eine hochgeübte Tätigkeit. Es kann somit davon ausgegangen werden, dass der Fahrer die Fahraufgabe als eine einzelne verschmolzene Aufgabe ansieht, womit faktisch nur eine der 7 +/- 2 psychologischen Einheiten belegt wird. Entscheidend ist also, aus wie vielen Einzeltätigkeiten dem Bediener die Aufgabenstellung zu bestehen scheint.

Weiterhin belegt jeder einzelne weitere Verkehrsteilnehmer eine eigene psychologische Einheit, sofern der Fahrer diese Verkehrsteilnehmer beobachtet. In der Regel dürften dies Verkehrsteilnehmer sein, die frontal nicht weiter als 200m entfernt sind oder Verkehrsteilnehmer die in den Spiegeln beobachtet werden. Weiterhin belegen auch die momentan geltenden Verkehrsregeln jede für sich eine psychologische Einheit, sofern es Regeln sind, die nicht kontextbezogen als zusammengehörig angesehen werden (z.B. Gefahrenschilder für eine scharfe Kurve und eine Geschwindigkeitsbegrenzung). Daraus kann abgeleitet werden, dass immer mindestens eine Verkehrsregel, nämlich die der geltenden Geschwindigkeitsbegrenzung vorliegt.

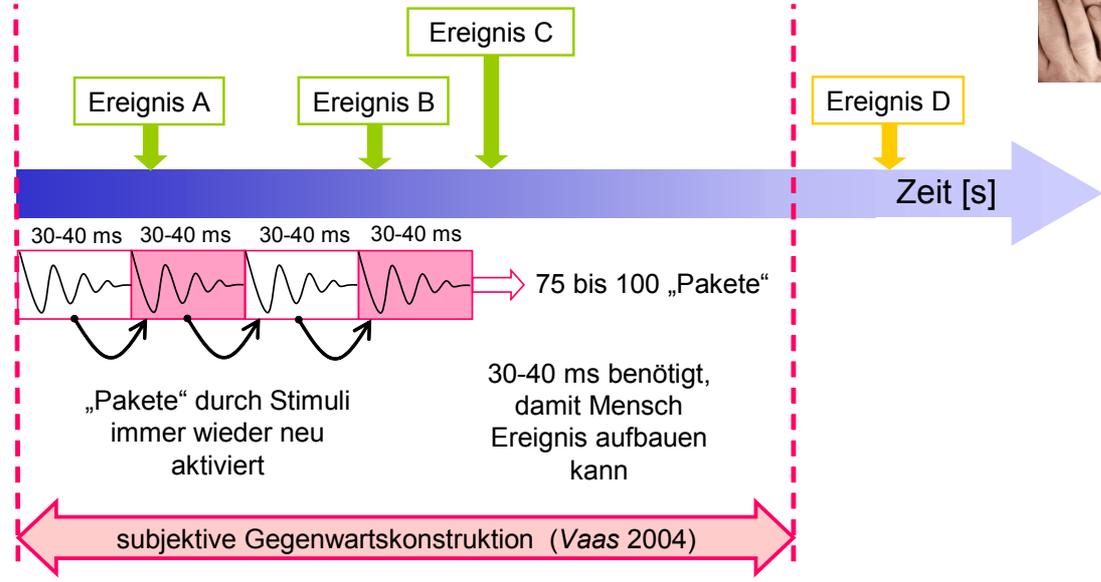
Vor allem in Hinblick auf die Tatsache, dass Fahrerassistenzsysteme gerade dann ihre volle Leistungsfähigkeit entfalten, wenn dichter Verkehr vorhanden ist bzw. eine Vielzahl von Verkehrsregeln seitens des Fahrers beachtet werden müssen, wird deutlich, dass die Grenze der 7 ± 2 psychologischen Einheiten erreicht oder schon überschritten ist und die Gefahr besteht, dass der Fahrer Rückmeldungen von Assistenzsystemen übersieht bzw. ignoriert. An dieser Stelle zeigt sich auch, dass Fahrerassistenzsysteme sehr zuverlässig, situationsadäquat und konsistent an den Fahrer zurückmelden müssen, um Probleme des Übersehens, Ignorierens und der Akzeptanz zu vermeiden.

Ein Kernproblem ist die gleichzeitige Rückmeldung von Assistenzsystemen, die mit der zunehmenden Zahl in einem Fahrzeug ebenfalls eintrittswahrscheinlicher wird. Damit ergibt sich die Frage, was der Mensch bzw. Fahrer als gleichzeitig und gegenwärtig ansieht.

 TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN**1 Ausgangssituation**

Definition der Gleichzeitigkeit – Was ist zeitgleiches Erleben?

Vaas (2004)





ca. 3s

Ergonomischer Lösungsansatz f. gleichzeitig rückmeldende Fahrerassistenzsysteme

Dipl.-Ing. (Univ.) Hagen Wolf
Dipl.-Psych. Rolf M. Zöllner
Prof. Dr. rer. nat. Heiner Bubb

© 2006 LfE
Folie 4



Lehrstuhl für Ergonomie

Folie 4

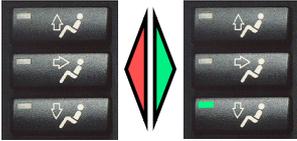
Es ist nämlich nicht so, dass nur das dem Menschen simultan erscheint, was auch tatsächlich physikalisch gesehen zeitgleich passiert (Vaas 2004). Bei akustischen Reizen ist die Fusionsschwelle 3-5 ms, bei taktilen 10-20 ms und bei optischen 20-30 ms, d.h. das zwei Signale innerhalb dieser Zeitfenster als gleichzeitig und nicht mehr als voneinander zeitlich versetzt wahrgenommen werden, obwohl dies physikalisch der Fall ist. Nun ist es aber nicht so, dass eine subjektive Ungleichzeitigkeit alleine durch Überschreiten der Schwellen gegeben ist. Aus Untersuchungen ist bekannt, dass das Durchsuchen des Kurzzeitgedächtnisses ca. 30-40 ms dauert (Folie 4). Diesen EEG-Zeittakt benötigt das Gehirn, um Ereignisse aufzubauen, aus denen letztlich die subjektive Gegenwart konstruiert wird. Innerhalb dieses Zeitraumes existiert Zeit per Definition nicht, da keine Entscheidung

über das Vorher und Nachher möglich ist. Durch immer wieder neue Stimuli werden diese 30-40-ms-Pakete auch immer wieder neu aktiviert und bis auf 3 Sekunden ausgedehnt.

Gemäß der Überlegung von Vaas (2004) ist das Zeitintervall, in dem der Mensch Reize als zeitgleich empfindet, ca. 3 Sekunden. Das bedeutet, dass Rückmeldungen von Systemen unterschiedlicher Art, die innerhalb dieses Zeitraumes an den Fahrer rückmelden, als gleichzeitig erlebt werden.

 TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN**1 Ausgangssituation**

Was muss zurückgemeldet werden?

	Aktivierungszustand (wenn vom Fahrer zu de-/aktivieren)	System an oder aus?
	(vorgenommenen) Systemeinstellungen	Welche Einstellungen liegen vor bzw. welche hat der Fahrer vorgenommen?
	Übernahmeaufforderung	System außerhalb des Funktions- oder Regelbereichs (Fahrerübernahme notwendig)
	Systemeingriff	Was macht das System gerade?

Ergonomischer Lösungsansatz f. gleichzeitig rückmeldende FahrerassistenzsystemeDipl.-Ing. (Univ.) Hagen Wolf
Dipl.-Psych. Rolf M. Zöllner
Prof. Dr. rer. nat. Heiner Bubb© 2006 LfE
Folie 5 **Lehrstuhl für Ergonomie**

Folie 5

Eine vermeintliche Lösung des Problems der gleichzeitigen Rückmeldung an den Fahrer könnte sein, grundsätzlich weniger zurückzumelden. Dazu muss aus ergonomischer Sicht gesagt werden, dass das nicht zielführend ist. Folie 5 zeigt, welche Informationen zurückgemeldet werden müssen. So muss

- der Aktivierungszustand,
- die (vorgenommenen) Systemeinstellungen,
- die eventuelle Übernahmeaufforderung an den Fahrer und
- der Systemeingriff eines Fahrerassistenzsystems dem Fahrer zurückgemeldet werden.

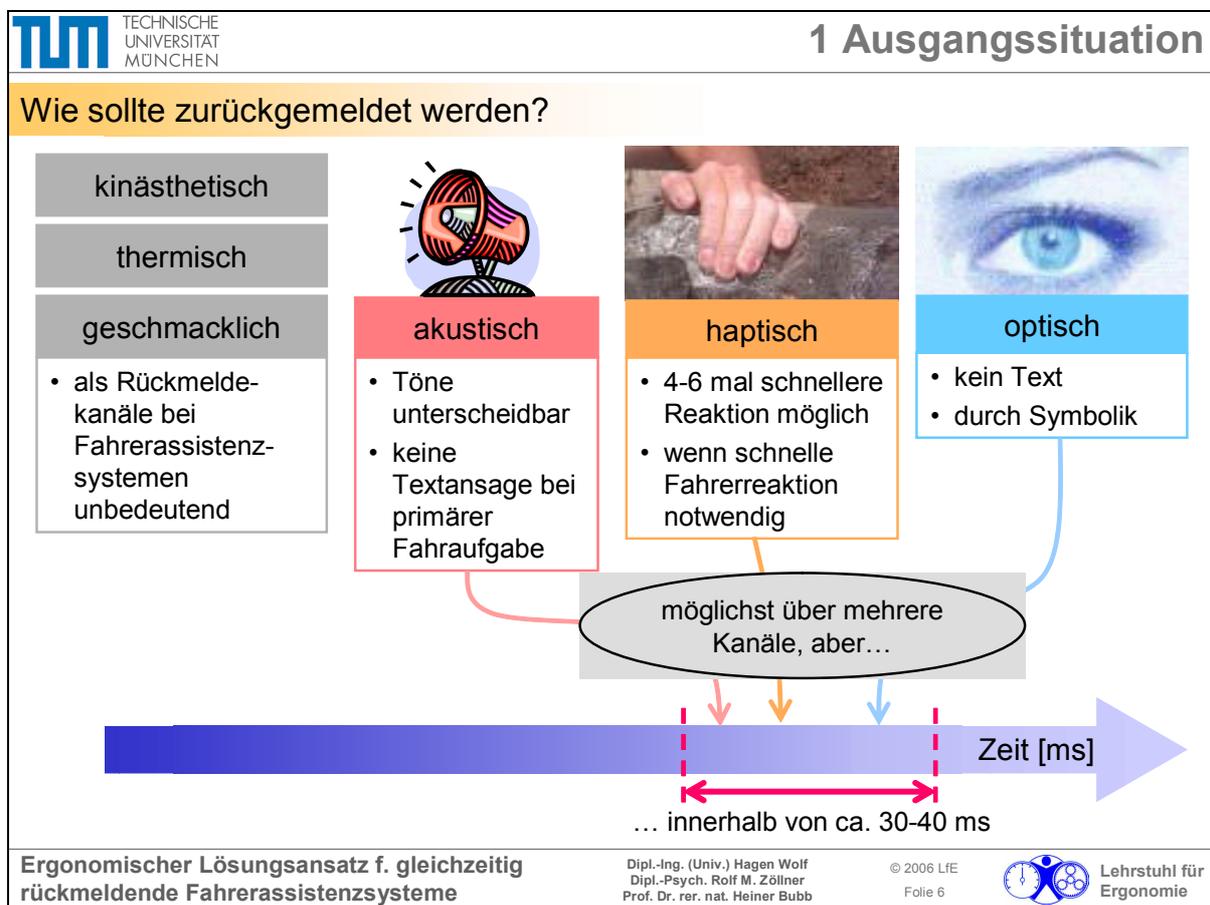
Grundsätzlich ist es zunächst ohne Bedeutung, über welchen Sinneskanal die Rückmeldung erfolgt. In der Regel wird die Rückmeldung beim Autofahren durch ein Fahrerassistenzsystem jedoch über den optischen, akustischen oder haptischen Kanal erfolgen.

Der **Aktivierungszustand** des Fahrerassistenzsystems muss dem Fahrer zurückgemeldet werden, v.a. dann, wenn er selbst das System aktivieren bzw. deaktivieren muss. Eine Ausnahme hiervon bilden Systeme, die grundsätzlich aktiviert sind bzw. autonom agieren.

Sinn und Zweck dieser Rückmeldung ist es, dass der Bediener erkennen kann, ob seine Aktion erfolgreich war oder nicht und dass er nicht der falschen Annahme unterliegt, dass System sei ausgeschaltet, obwohl dies nicht der Fall ist, was umgekehrt ebenso gilt.

Ebenso müssen dem Fahrer die vorgenommen bzw. aktuelle vorliegenden **Einstellungen** des Systems zurückgemeldet und bekannt sein, wie z.B. der eingestellte Abstand beim ACC.

Für den Fall das eine Fahrerassistenzsystem **außerhalb des Funktions- oder Regelbereichs** befindet und der Fahrer die Regelaufgabe übernehmen muss, benötigt der Fahrer in jedem Fall eine Rückmeldung. Eine solche Übernahmeaufforderung ist zeitkritisch und muss früh genug erfolgen, um dem Fahrer genügend Zeit für eine Reaktion einzuräumen. Ebenso muss der technische Ausfall eines Systems zurückgemeldet werden und zwar derart, dass die Rückmeldung deutlich von anderen unterschieden werden kann (z.B. Regelaktivität des gleichen Systems)



Folie 6

Wie in Folie 6 dargestellt sollte eine Rückmeldung an den Fahrer gleichsinnig über möglichst viele Informationsaufnahme Kanäle erfolgen. Jedoch ist der kinästhetische, thermische und geschmackliche Informationskanal unbedeutend und eine Rückmeldung über diese Kanäle nicht sinnvoll ist. Wichtig ist auch, dass die Rückmeldung von mehreren Kanälen innerhalb von 30-40 ms erfolgt, was nicht mit dem Erleben der Gegenwart von 3s zu verwechseln ist. Die Rückmeldung innerhalb von 30-40 ms stellt sicher, dass diese nicht zeitversetzt erlebt wird.

Bei einer Rückmeldung über den akustischen Kanal ist zu gewährleisten, dass die Töne bzw. Klänge voneinander deutlich zu unterscheiden sind und dass bei Fahrerassistenzsystemen, die die primäre Fahraufgabe (die Definition erfolgt weiter unten) assistieren soweit als möglich keine Textansage erfolgt. Eine Ausnahme bilden hier beispielsweise Statusmeldungen aus dem Navigationssystem.

2 Arten und Einteilung von Fahrerassistenzsystemen

Fahrerassistenzsysteme können nach den unterschiedlichsten Kriterien eingeteilt werden. Für die gleichzeitige Rückmeldung und die Rückmeldungspriorisierung ist es vorteilhaft, die Fahrerassistenzsysteme danach einzuteilen, wie, wann und was sie dem Fahrer rückmelden und in welcher Situation sie das tun.

TUM TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN		2 Arten und Einteilung von Fahrerassistenzsystemen	
Fahrerassistenzsysteme	Komfort erhöhend		ACC, ACC Stop & Go, Lane-Keeping-Assistant, u.a.
	informierend	auf Sachverhalte hinweisend	Lane-Change-Assistant, Kreuzungsassistent, Abbiegeassistent, u.a.
	warnend	auf Gefahr hinweisend oder handlungsauffordern	Lane-Departure-Warning, Front-Collision-Warning-System, u.a.
	selbstaktivierend und selbsthandelnd		Bremsassistent, Seitenwindausgleich, Glatteiswarnung, u.a.
	vom Fahrer zu aktivieren		ACC, Lane-Keeping-Assistant, u.a.
	vom Fahrer zu deaktivieren		ESP, Kreuzungsassistent, Verkehrsfunk, u.a.
Kommunikations-, Entertainment-, und Informationssysteme			Telefon, PDA, u.a.

Ergonomischer Lösungsansatz f. gleichzeitig rückmeldende Fahrerassistenzsysteme

Dipl.-Ing. (Univ.) Hagen Wolf
Dipl.-Psych. Rolf M. Zöllner
Prof. Dr. rer. nat. Heiner Bubb

© 2006 LfE
Folie 7

Lehrstuhl für Ergonomie

Folie 7

Folie 7 zeigt eine Einteilungsmöglichkeit für Fahrerassistenzsysteme, die danach unterscheidet, ob das Fahrerassistenz

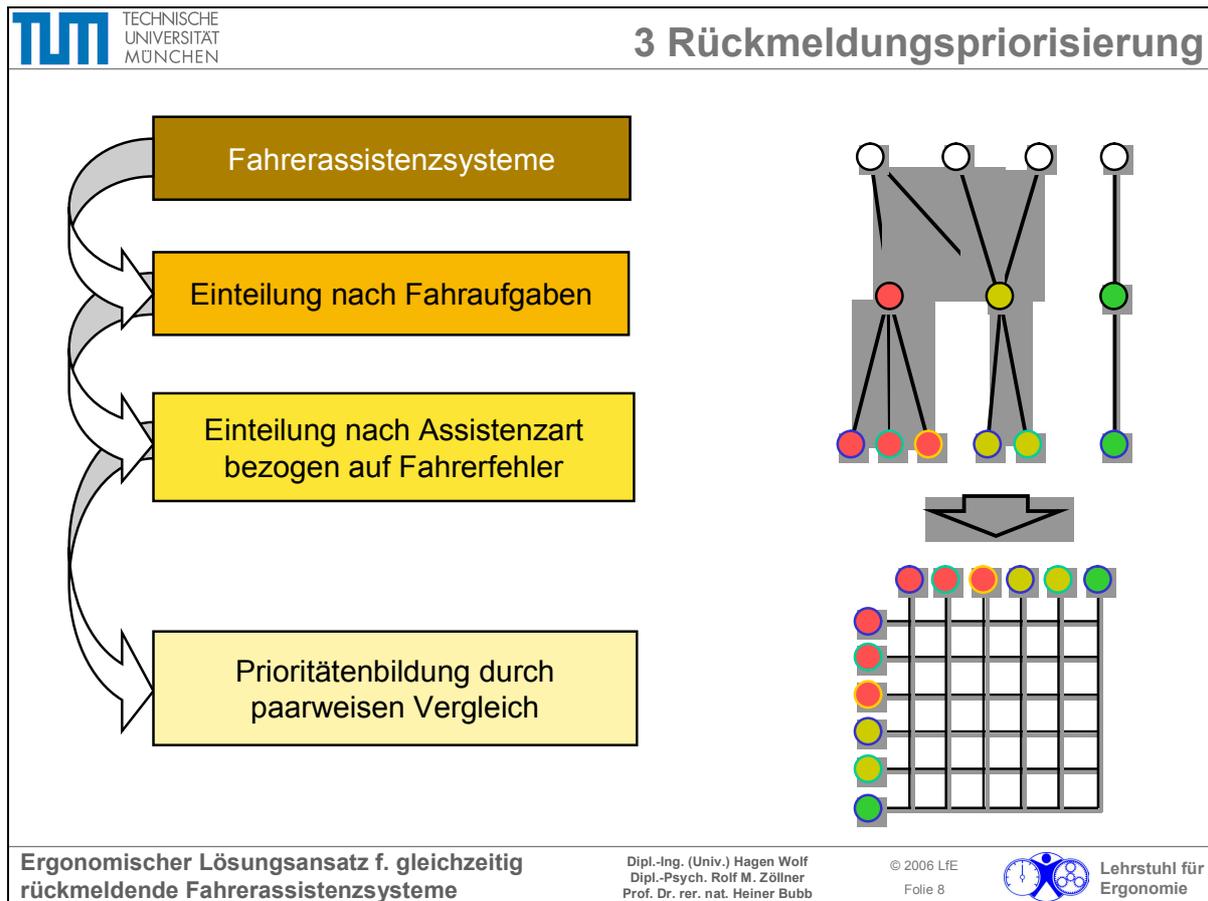
- vom Fahrer zu aktivieren bzw. zu deaktivieren ist,
- selbstaktivierend und selbsthandelnd ist,
- warnenden Charakters ist, somit auf Gefahren hinweist und handlungsauffordernd ist,
- informierenden Charakters ist und somit auf Sachverhalte hinweist und
- ob es den Komfort erhöht bzw. den Fahrer entlastet.

Kommunikations- und Entertainmentsysteme sind hiervon zu unterscheiden, haben aber auch rückmeldende Funktionen.

3 Rückmeldungspriorisierung

Die Vorüberlegungen machen deutlich, dass die Priorität, die ein Fahrerassistenzsystem in einer bestimmten Fahrsituation hat, festgelegt werden muss. Wichtig ist - und das ist gleichzeitig eine Schwierigkeit -, dass die Rückmeldepriorität von der Fahrsituation und nicht vom Fahrerassistenzsystem selbst abhängig ist.

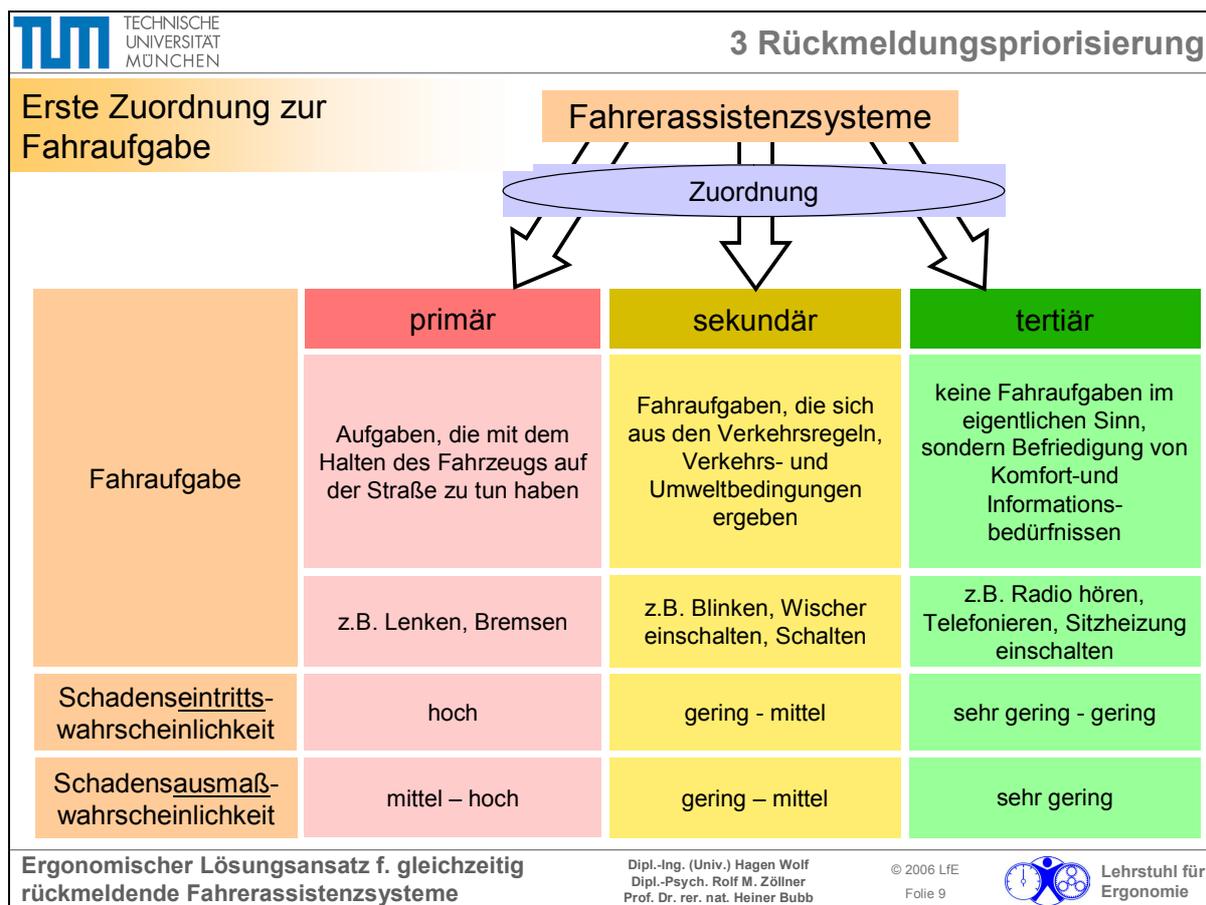
Folie 8 zeigt die Vorgehensweise bei der Priorisierung der Rückmeldung. Zunächst werden die Fahrerassistenzsysteme der primären, sekundären und tertiären Fahraufgabe zugeteilt, wobei manche Fahrerassistenzsysteme sowohl auf der primären und sekundären Fahraufgabe dem Fahrer assistieren können.



Folie 8

In einem nächsten Schritt wird eine weitere Einteilung vorgenommen, bei der unterschieden wird, wie ein Assistenzsystem dem Fahrer hilft Fehler zu vermeiden. Im weiteren Verlauf wird noch deutlich werden, was konkret unter einer solchen Einteilung zu verstehen ist. Nach dieser zweiten Einteilung ist es dann leichter in einem paarweisen Vergleich zu entscheiden, welches Fahrerassistenzsystem in welcher Situation Rückmeldepriorität genießt.

Folie 9 zeigt die Vorgehensweise bei der ersten Zuordnung der Fahrerassistenzsysteme zur Fahraufgabe.



Folie 9

Die primäre, sekundäre und tertiäre Fahraufgabe beinhaltet implizit im hinreichenden Maß die Wahrscheinlichkeit für den Schadeneintritt und das zu erwartende Schadensausmaß. Beispielsweise ist bei einer Fehlbedienung der Sitzheizung ein Schadeneintritt und ein entsprechendes Schadensausmaß nicht zu erwarten bzw. sehr gering. Wird aber beispielsweise, dass Fahrzeug überlenkt („verrissen“), dann besteht die relative hohe Wahrscheinlichkeit in den Gegenverkehr zu geraten oder von der Fahrbahn abzukommen. Damit sind auch die Schadeneintrittswahrscheinlichkeit und die Schadensausmaßwahrscheinlichkeit entsprechend hoch.

Primäre Fahraufgaben sind all diejenigen, die sich mit dem Halten des Fahrzeugs auf der Fahrbahn und der Stabilisation beschäftigen. Darunter fällt die Querregelung (Lenken) und die Längsregelung (Bremsen, Gasgeben), da das Autofahren eine zweidimensionale Aufgabe darstellt.

Sekundäre Fahraufgaben sind Tätigkeiten, die sich aus den Verkehrsregeln, sowie den Verkehrs- und Umweltbedingungen ergeben. Solche Tätigkeiten sind das Schalten, Blinken, Einschalten der Wischer, Einstellen des Abstands zum Vordermann, u.a..

Tertiäre Fahraufgaben sind keine Fahraufgaben im eigentlichen Sinn, sondern sind Tätigkeiten, die das Bedürfnis nach Komfort- und Information befriedigen (z.B. Radio hören, Telefonieren, Sitzheizung oder Klimaanlage einschalten, etc.).

 TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN		3 Rückmeldungspriorisierung	
Weitere Einteilung			
primäre FA			
Fahrzeugstabilisierung	Fahrdynamikgrenze überschritten	ESP	
	Fahrerhandlung unzureichend (menschl. Regelgrenze überschritten)	Bremsassistent	
		Seitenwindausgleich	
Verlassen der Fahrspur bzw. Fahrbahn	Kollisionsgefahr mit Objekt am Fahrbahnrand	Front-Collision-Avoidance-System	
		Front-Collision-Warning-System	
		Road-Departure-Warning	
		Lane-Departure-Warning	
		Lane-Keeping-Assitant	
Störungsmeldung	Fahrzeugstabilität gefährdet (z.B. Öldruck Motor)	Gefahrenmeldung (z.B. im Navigationssystem)	
Ergonomischer Lösungsansatz f. gleichzeitig rückmeldende Fahrerassistenzsysteme		Dipl.-Ing. (Univ.) Hagen Wolf Dipl.-Psych. Rolf M. Zöllner Prof. Dr. rer. nat. Heiner Bubb	© 2006 LfE Folie 10

Folie 10

Zur weiteren Einteilung der Fahrerassistenzsysteme werden bei der primären, der sekundären und der tertiären Fahraufgabe weiter unterschieden (Folie 10 bis 13), welche Fehler bzw. Probleme auftreten seitens des Fahrers auftreten können und bei denen die Assistenzsysteme helfen oder entgegenwirken.

Bei der primären Fahraufgabe bedeutet das, dass die Fahraufgabe, das Fahrzeug auf der Straße zu halten, gefährdet ist. Konkret kann das durch

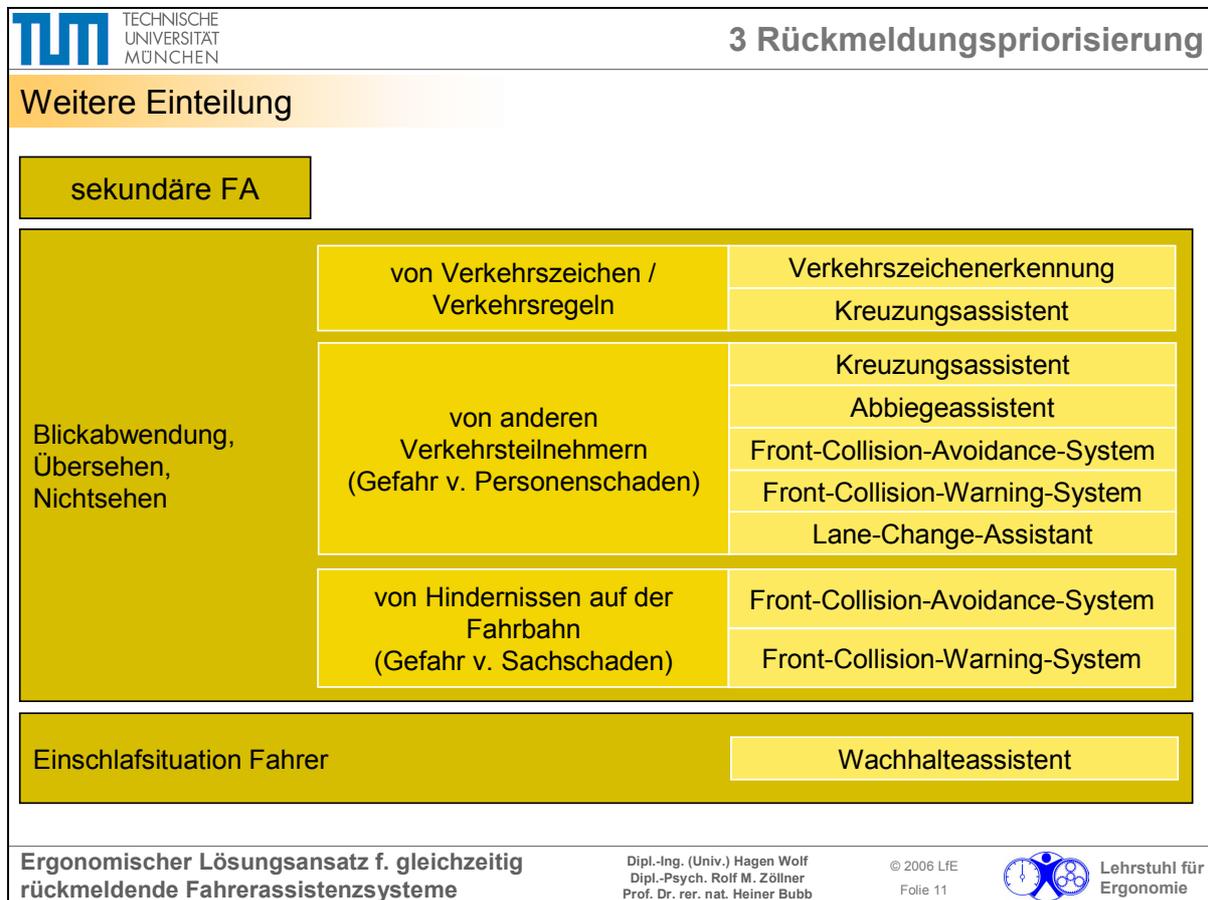
- Fehler bei der Fahrzeugstabilisierung,
- Verlassen der Fahrspur bzw. der Fahrbahn oder
- durch Störung am Fahrzeug, die die Fahrzeugstabilität gefährden (z.B. möglicher Motorplutzer durch fehlende Schmierung) geschehen.

Fehler bei der Fahrzeugstabilisierung können durch Handlungen entstehen, die die Fahrdynamikgrenzen des Fahrzeug überschreiten (z.B. Überlenken des Fahrzeugs), wobei beispielsweise das Fahrerassistenzsystem ESP entgegenwirkt. Weiterhin kann die Fahrzeugstabilität durch unzureichende Fahrerhandlungen entstehen (z.B. wenn menschliche Regelgrenzen überschritten werden). Hier können Systeme, wie der Bremsassistent, der ein häufig zu beobachtendes zu schwaches Bremsen in Notsituationen seitens des Fahrers ausgleicht oder der Seitenwindausgleich auf Autobahnen genannt werden.

Fehler durch Verlassen der Fahrspur bzw. der Fahrbahn beinhalten die Gefahr mit anderen Objekten derart zu kollidieren, dass das Leben und die Gesundheit der Verkehrsbeteiligten gefährdet sind oder Sachschäden entstehen. Hier assistieren sämtliche

Spurhalte-, Spurverlassenwarnsysteme, sowie Systeme, die vor Frontalkollision warnen oder diese automatisch durch Ausweichen (Front-Collision-Avoidance-System) verhindern.

Somit dürfte deutlich geworden sein, dass alle Fahrerassistenzsysteme, die bei der primären Fahraufgabe dem Fahrer assistieren, die höchste Rückmeldepriorität besitzen.



Folie 11

Ähnlich wie bei Fehlern in Bezug auf die primäre Fahraufgabe können Fehler oder kritische Situationen bei der sekundären Fahraufgabe

- durch Blickabwendung, Übersehen oder Nichtsehen
- Einschlafen des Fahrers (Sekundenschlaf) und
- Bei der Abstandsregelung seitlich und nach vorne entstehen

Ebenso gehören zur sekundären Fahraufgabe Gefahrendurchsagen, die den Straßenverkehr betreffen.

Beim Übersehen, Nichtsehen und der Blickabwendung wird unterschieden, ob

- Verkehrszeichen bzw. Verkehrsregeln,
- andere Verkehrsteilnehmer (mit der Gefahr des Personenschadens) oder
- Hindernissen auf der Straße übersehen werden.

Natürlich kann ein Übersehen auch durch das Einschlafen des Fahrers hervorgerufen werden, dem Wachhaltesysteme bzw. müdigkeitsüberwachende Systeme entgegenwirken sollen.

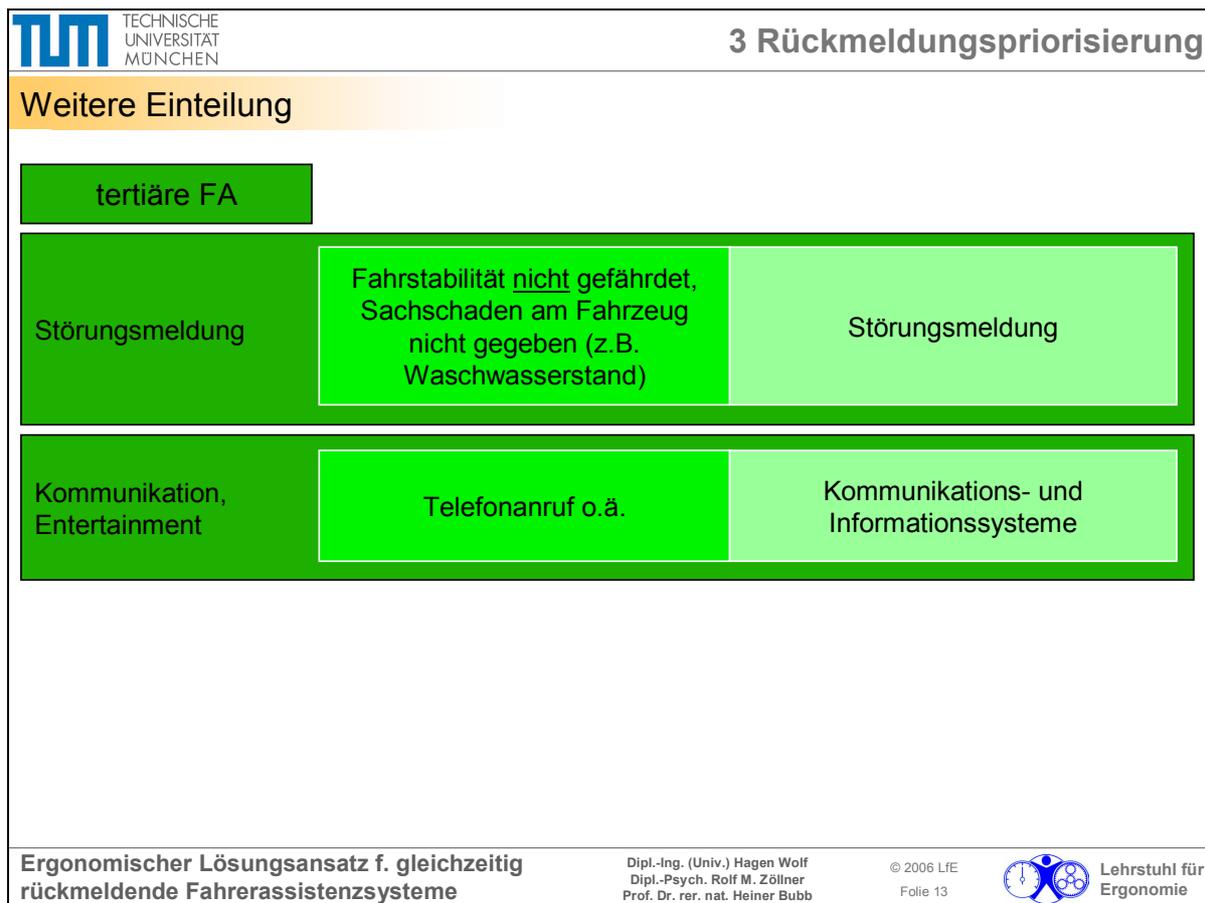
Für die **Abstandsregelung** zur Seite (auch zu anderen Verkehrsteilnehmern) und nach vorne sind gleichermaßen die Rückmeldung des Systemeingriffs und die Übernahmeaufforderung an den Fahrer entscheidend.

 TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN		3 Rückmeldungspriorisierung	
Weitere Einteilung			
sekundäre FA			
Abstandregelung (längs)	Signalisierung Regeleingriff	ACC und ACC Stop & Go	
	Übernahmeaufforderung		
Abstandregelung (quer)	Signalisierung Regeleingriff	Lane-Keeping-Assistant	
	Übernahmeaufforderung		
Gefahrenmeldung	Straßenverkehr (unmittelbare Nähe)	Gefahrenmeldung (z.B. im Navigationssystem)	
	Straßenverkehr (weiter entfernt)		
Ergonomischer Lösungsansatz f. gleichzeitig rückmeldende Fahrerassistenzsysteme		Dipl.-Ing. (Univ.) Hagen Wolf Dipl.-Psych. Rolf M. Zöllner Prof. Dr. rer. nat. Heiner Bubb	© 2006 LfE Folie 12
			Lehrstuhl für Ergonomie

Folie 12

Gefahrenmeldungen des Verkehrs können sich auf die unmittelbare Nähe oder auf weiter entfernte beziehen. Aktuell geschieht dies durch den Verkehrsfunk oder durch Navigationssysteme, in Zukunft ist die Meldung durch Car-to-Car-Kommunikation zu erwarten.

Bei der sekundären Fahraufgabe assistieren Systeme, wie sie in Folie 12 dargestellt sind. Darunter sind auch Fahrerassistenzsysteme, die bereits schon bei der primären Fahraufgabe assistieren, was das Problem mit sich bringt, dass die Fahrsituation eindeutig und zuverlässig vom System erkannt werden muss.



Folie 13

Tertiäre Fahraufgaben sind keine Fahraufgaben im eigentlichen Sinne. Kommt es hier zu Fehlhandlungen oder Fehlern, dann bleibt dies ohne Auswirkungen auf das Führen eines Kraftfahrzeugs. Damit haben Rückmeldungen aus Kommunikations- oder Informationssystemen oder Störungsmeldungen bzw. Informationen vom Fahrzeug (z.B. Waschwasserstand, Restwegstrecke zum Service), die nicht in Zusammenhang mit der primären oder sekundären Fahrsituation stehen die niedrigste Priorität

Nun ist es aber nicht ausreichend alleine aufgrund der primären, sekundären und tertiären Fahraufgabe die Rückmeldepriorität festzulegen, sondern es muss im paarweisen Vergleich (Folie 14) entschieden werden welches System bei welcher Fahraufgabe Priorität hat. Das ist alleine schon deswegen notwendig, da es Systeme gibt, die gleichzeitig im Fahrzeug gar nicht vorkommen können, wie etwas die Lane-Departure-Warning und ihre Weiterentwicklung in Form eines höheren Assistenzgrades wie dem Lane-Keeping-Assistent. Das gilt ebenfalls für Situationen in denen zwei Systeme gar nicht gleichzeitig melden könnten (z.B. Front-Collision-Avoidance und ESP-Aktivität).

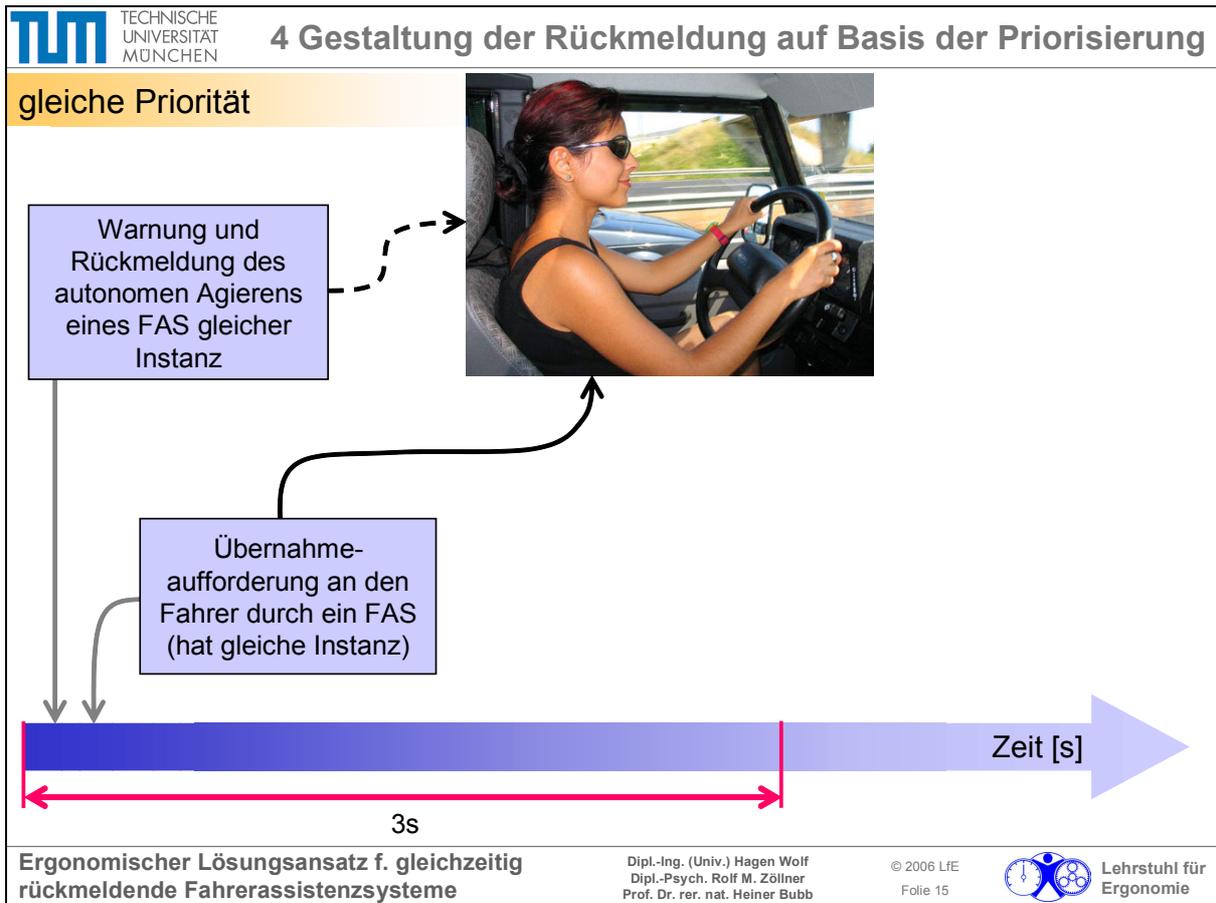
		3 Rückmeldungsriorisierung																						
		primäre FA							sekundäre FA															
Rückmeldepriorität zur Vermeidung des Information-Overflow des Fahrers bei gleichzeitiger Aktivität verschiedener Fahrerassistenzsysteme		Fahrer-Assistenzsystem																						
← FAS der linken Seite hat Informationspriorität = FAS aus obiger Zeile hat Informationspriorität = beide FAS haben gleiche Informationspriorität × Situation der gleichzeitigen FAS-Aktivität nicht gegeben		ESP	Bremsassistentensystem	Seitenwindausgleich 2)	Front-Collision-Avoidance-System	Front-Collision-Warning-System	Road-Departure-Warning	Lane-Departure-Warning 1)	Lane-Keeping-Assistent	Störungsmeldung	Verkehrszzeichenerkennung	Kreuzungsassistent	Abbiegeassistent	Front-Collision-Avoidance-System	Front-Collision-Warning-System	Lane-Change-Assistent	ACC und ACC S&G	ACC und ACC S&G	Lane-Keeping-Assistent	Lane-Keeping-Assistent	Gefahrenmeldung (unmittelbar)	Wachhalteassistent	Störungsmeldung (tertiäre FA)	
primäre Fahraufgabe																								
Fahrzeug-stabilisierung	Fahrdynamikgrenze überschritten																							
	Fahrerhandlung unzureichend (menschl. Regelgrenze überschritten)																							
	Kollisionsgefahr mit Objekt am Fahrbahnrand																							
Verlassen der Fahrbahn / Fahrspur																								
Störungsmeldung	Fahrzeugstabilität gefährdet (z.B. Oldruck Motor)																							
sekundäre Fahraufgabe																								
Blickabwendung / Übersehen / Nichtsehen	von Verkehrszeichen / Verkehrsregeln																							
	von anderen Verkehrsteilnehmern (Gefahr von Personenschaden)																							
Einschlafsituation Fahrer																								
Abstandsregelung (längs)	Signalisierung Regeleingriff																							
	Übernahmeaufforderung																							
Ergonomischer Lösungsansatz f. gleichzeitige Rückmeldende Fahrerassistenzsysteme	Signalisierung Regeleingriff																							
	Übernahmeaufforderung																							
Gefahrenmeldung																								

Folie 14

Durch den paarweisen Vergleich ergeben sich die Möglichkeiten, dass nur eines der Systeme Vorrang vor dem anderen hat, beide gleiche Priorität haben oder die gleichzeitige Regelung ausgeschlossen werden kann.

In einem letzten Schritt muss nun geklärt werden (Folie 15-17), wie die Rückmeldung an den Fahrer bei Systemen mit gleicher oder unterschiedlicher Priorität gestaltet werden muss. Haben Fahrerassistenzsysteme die gleich Rückmeldepriorität, dann kann nicht vermieden werden, dass alle Systeme gleichzeitig rückmelden müssen. Das hat auch zur Konsequenz, dass drei oder vier Systeme gleichzeitig rückmelden müssen, wenn sie untereinander alle die gleiche Priorität haben. Jedoch dürfte die Wahrscheinlichkeit dafür in der Praxis gering sein. Nicht alleine schon dadurch, dass eine Fahrsituation in der drei oder vier Systeme gleichzeitig aktiv sind kaum mehr zu erwarten sein wird.

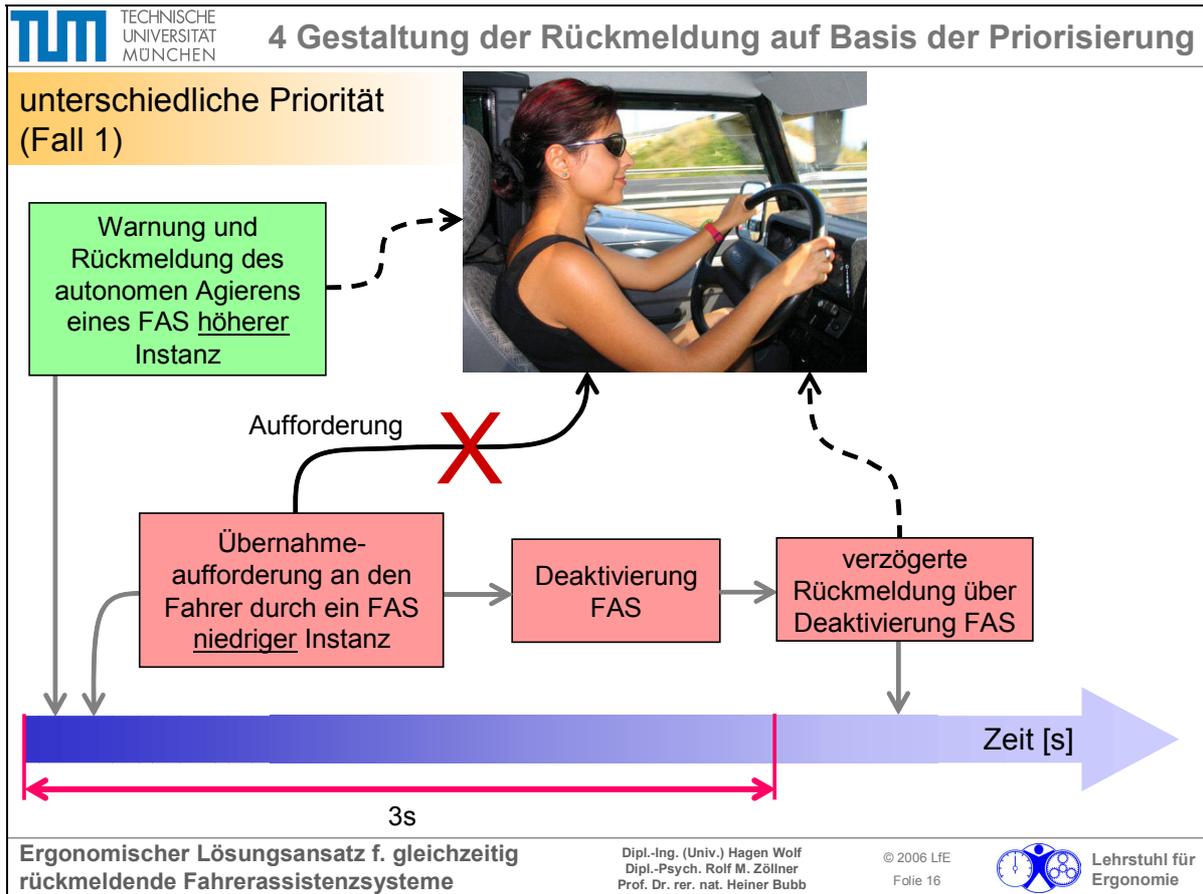
4 Gestaltung der Rückmeldung auf Basis der Priorisierung



Folie 15

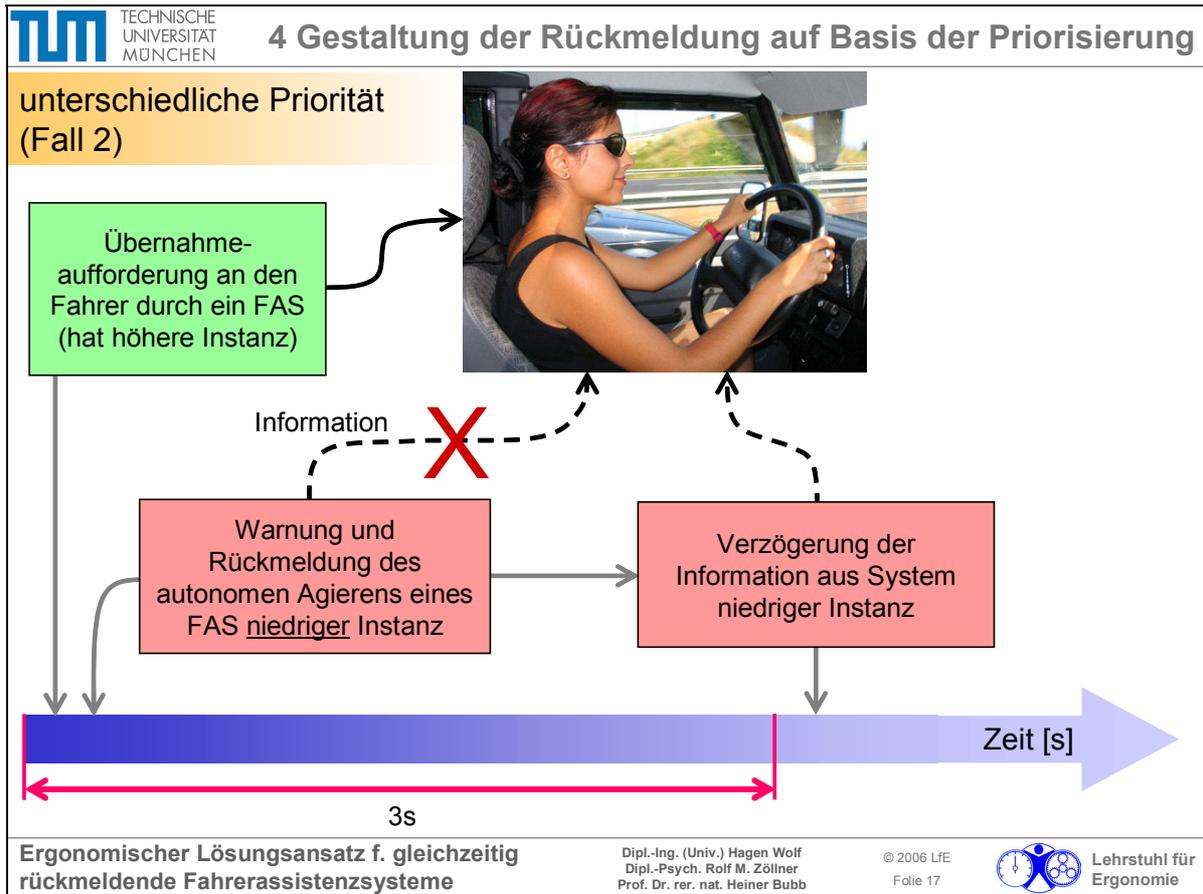
Besitzen zwei miteinander verglichene Systeme in einer bestimmten Fahrsituation unterschiedliche Rückmeldungspriorität, dann muss zwischen zwei möglichen Fällen unterschieden werden.

Der erste Fall ist in Folie 16 exemplarisch dargestellt. Hier warnt oder meldet ein Fahrersystem höherer Instanz zurück, während innerhalb des Gegenwartszeitfensters von 3s ein anderes System niedriger Priorität dem Fahrer zur Übernahme der Regelaufgabe auffordern möchte. Hier bleibt nur, dass das System sich selbst deaktiviert. Die Deaktivierung muss dem Fahrer zurückgemeldet werden, aber erst nach mehr als drei Sekunden nach der Meldung durch das System höherer Instanz.



Folie 16

Eine andere Variante besteht darin (Folie 17), dass das System niedriger Instanz nicht zur Übernahme der Regelaufgabe auffordert, sondern den Fahrer informiert, während ein System höherer Instanz den Fahrer zur Übernahme der Regelaufgabe warnt. Das kann die Anzeige eines Telefonanrufes sein oder ein System das automatisch und selbsttätig regelt (z.B. ESP). Zwar würde das auch für Informationen in Form von Warnungen eines Systems niedriger Instanz gelten, d.h. die Warnung würde dann unterdrückt, jedoch dürfte dann ein solches System in der entsprechenden Fahrsituation, die gleiche Rückmeldepriorität haben, da nicht sicher entschieden werden kann, welches System vorrangig ist.



Folie 17

5 Ausblick – Was muss noch getan werden?

Zuletzt stellt sich die Frage, ob die theoretisch abgeleitete Prioritätenliste gültig ist und so ohne weiteres übernommen und realisiert werden kann? Grundsätzlich bleibt zu sagen, dass die Prioritätenliste anhand realer Fahrversuche überprüft werden muss (siehe Folie 18). Es dürfte mit sich jedoch schwierig gestalten, dass sich in einem Feldversuch, die notwendige Situation der gleichzeitigen Rückmeldung in ausreichender Zahl und annehmbarer Zeit einstellen werden.

Weiterhin dürfte die Reproduzierbarkeit bei einem Feldversuch schwierig sein. Des Weiteren sind eine Reihe von Fahrerassistenzsystemen noch nicht in Serienfahrzeugen verfügbar. Ebenso ist die Kritikalität ein wesentliches Hindernis für Realversuche, da die meisten Fahrerassistenzsysteme in kritischen Fahrsituationen assistieren, was in einem Realversuch zu gefährlich wäre umzusetzen. Damit wird deutlich, dass eine angemessene wissenschaftliche Prüfung und Untersuchung nur in einem Fahrsimulator möglich. Hierfür genügt eine statische Simulation, die keine Fahrdynamik simuliert.



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
MÜNCHEN

4 Ausblick – Was muss noch getan werden?

Überprüfung bzw. Bildung der Prioritätenliste

Realfahrversuch
schwierig





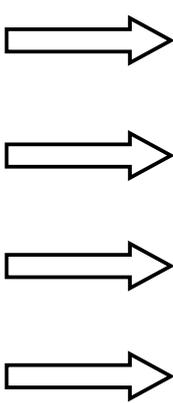
Simulator bzw. Virtual-Reality-Lab

nicht alle Fahrerassistenz (in Serie) verfügbar

Situation der Gleichzeitigkeit selten

Reproduzier- und Vergleichbarkeit

Kritikalität



alle denkbaren FAS simulierbar

Situation des gleichzeitigen Rückmeldens simulierbar

hohe Reproduzier- und Vergleichbarkeit

„gefährliche“ Fahrsituationen unkritisch

Ergonomischer Lösungsansatz f. gleichzeitig rückmeldende Fahrerassistenzsysteme

Dipl.-Ing. (Univ.) Hagen Wolf
 Dipl.-Psych. Rolf M. Zöllner
 Prof. Dr. rer. nat. Heiner Bubb

© 2006 LfE
 Folie 18



Lehrstuhl für
Ergonomie

Folie 18

Es hängt nicht nur zuletzt von der Art und Gestaltung der Rückmeldung in der Mensch-Maschine-Schnittstelle einzelner Fahrerassistenzsysteme ab, welcher Fahrerassistenz welche Priorität zugemessen werden muss. Für jedes neue System muss eine Integration in die Prioritätenliste erfolgen, die mit Hilfe von Versuchen überprüft werden muss.

Literatur

- Barthel, R.** (2004). Ergonomische Betrachtung von Lenkassistentenfunktionen zur Fahrerunterstützung in kritischen Fahrsituationen. Stuttgart: Ergonomia.
- Brehm, S. S. & Brehm, J.** (1981). Psychological Reactance: A Theory of Freedom and Control. San Diego: Erlbaum.
- Bubb, H.** (1993). Systemergonomie. In H. Schmidtke (Hrsg.). Ergonomie. (pp. 305-458). München: Hanser.
- Bubb, H.** (2004). Unveröffentlichte Unterlage. Lehrstuhl für Ergonomie, TU München.
- Flammer, A.** (1990) Erfahrungen der eigenen Wirksamkeit. Bern: Huber.
- Kopf, M., Farid, M., Steinle, J.** (2004). Bausteine zur Entwicklung eines Systems der aktiven Sicherheit. TÜV Akademie (2004). Tagung „Aktive Sicherheit durch Fahrerassistenz“. Garching b. München 11.-12. März 2004.
- Mann, M. & Popken, M.** (2004). Auslegung einer fahroptimierten Mensch-Maschine-Schnittstelle am Beispiel eines Querführungsassistenten. 5. Braunschweiger Symposium “Automatisierungs- und Assistenzsysteme für Transportmittel”, Braunschweig 17.-18. März 2004.
- Norman, D. A. & Bobrow, D. G.** (1975). On data-limited and resource-limited processes. Cognitive Psychology, 7, 44-64.
- Rasmussen, J.** (1986). Information Processing and Human-Machine Interaction. An Approach to Cognitive Engineering. New York: North-Holland.
- Schmidt, R. F.** (1979). Grundriss der Neurophysiologie. Berlin: Springer.
- Schmidtke, H.** (1993). Ergonomie. München: Hanser.
- Schmidtke, H. & Jastrzebska-Fraczek, I.** (2003). Ergonomics Knowledge and Design System (EKIDES) - Modul Personenkraftwagen. München: Institut für Ergonomie und Lehrstuhl für Ergonomie.
- TÜV Akademie** (2004). Tagung „Aktive Sicherheit durch Fahrerassistenz“. Garching b. München 11.-12. März 2004.
- Wessells, M.** (1995). Kognitive Psychologie. München: UTB.
- Wolf, H. & Zöllner, R.; Bubb, H.** (2005). Ergonomische Aspekte der Mensch-Maschine-Interaktion bei gleichzeitig agierenden Fahrerassistenzsystemen. Zeitschrift für Verkehrssicherheit. Heft 3/2005. Köln: TÜV-Verlag.