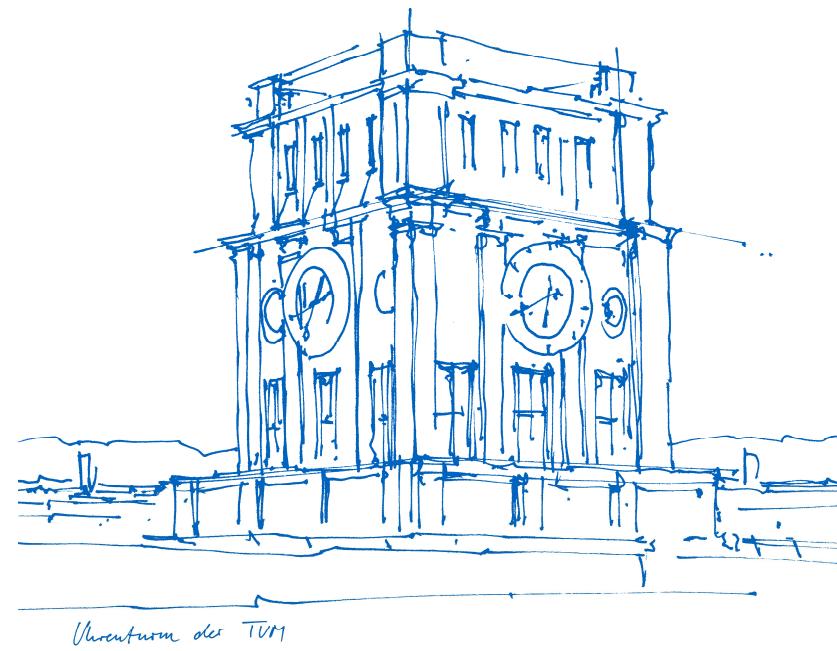


# Fahrerassistenzsysteme im Kraftfahrzeug

Prof. Dr. phil. Klaus Bengler



## Vorlesungsübersicht

<b>01 Einführung</b> 28.04.2022 – Prof. Lienkamp	<b>01 Einführung</b> 28.04.2022 – Prof. Lienkamp	<b>01 Übung Einführung</b> 28.04.2022 – Hoffmann
<b>02 Sensorik / Wahrnehmung I</b> 05.05.2022 – Prof. Lienkamp	<b>02 Sensorik / Wahrnehmung I</b> 05.05.2022 – Prof. Lienkamp	<b>02 Sensorik / Wahrnehmung I</b> 05.05.2022 – Prof. Lienkamp
<b>03 Sensorik / Wahrnehmung II</b> 12.05.2022 – Dr.-Ing. Diermeyer	<b>03 Sensorik / Wahrnehmung II</b> 12.05.2022 – Dr.-Ing. Diermeyer	<b>03 Übung Sensorik / Wahrnehmung II</b> 12.05.2022 – Schimpe
<b>04 Sensorik / Wahrnehmung III</b> 19.05.2022 – Schimpe	<b>04 Sensorik / Wahrnehmung III</b> 19.05.2022 – Schimpe	<b>04 Übung Sensorik / Wahrnehmung III</b> 19.05.2022 – Schimpe
<b>05 Funktionslogik / Regelung</b> 02.06.2022 – Dr.-Ing. Winkler	<b>05 Funktionslogik / Regelung</b> 02.06.2022 – Dr.-Ing. Winkler	<b>05 Funktionslogik / Regelung</b> 02.06.2022 – Dr.-Ing. Winkler
<b>06 Übung Funktionslogik / Regelung</b> 09.06.2022 – Dr.-Ing. Winkler	<b>06 Funktionale Systemarchitektur</b> 09.06.2022 – Prof. Lienkamp	<b>06 Aktorik</b> 09.06.2022 – Prof. Lienkamp
<b>07 Deep Learning</b> 23.06.2022 – Majstorovic	<b>07 Deep Learning</b> 23.06.2022 – Majstorovic	<b>07 Übung Deep Learning</b> 23.06.2022 – Majstorovic
<b>08 MMI</b> 30.06.2022 – Prof. Bengler	<b>08 MMI</b> 30.06.2022 – Prof. Bengler	<b>08 MMI Übung</b> 30.06.2022 – Prof. Bengler
<b>09 Controllability</b> 07.07.2022 – Prof. Bengler	<b>09 Controllability</b> 07.07.2022 – Prof. Bengler	<b>09 Übung Controllability</b> 07.07.2022 – Winkle
<b>10 Entwicklungsprozess</b> 14.07.2022 – Dr.-Ing. Diermeyer	<b>10 Entwicklungsprozess</b> 14.07.2022 – Dr.-Ing. Diermeyer	<b>10 Übung Entwicklungsprozess</b> 14.07.2022 – Hoffmann
<b>11 Analyse und Bewertung FAS</b> 21.07.2022 – Dr.-Ing. Feig	<b>11 Analyse und Bewertung FAS</b> 21.07.2022 – Dr.-Ing. Feig	<b>11 Übung Analyse und Bewertung FAS</b> 21.07.2022 – Dr.-Ing. Feig
<b>12 Aktuelle und künftige Systeme</b> 28.07.2022 – Prof. Lienkamp	<b>12 Aktuelle und künftige Systeme</b> 28.07.2022 – Prof. Lienkamp	<b>12 Aktuelle und künftige Systeme</b> 28.07.2022 – Prof. Lienkamp

# Lernziele



Erinnern    Verstehen    Anwenden    Analysieren    Bewerten    Entwickeln

... verstehen, wie und warum sich der Fahrerarbeitsplatz im Laufe der Zeit verändert hat.

... die Grundlagen und das Vorgehen bei der Entwicklung eines Mensch-Maschine-Anzeigekonzepts verstehen und ergonomische Empfehlungen berücksichtigen..

... Folgen bzw. Risiken von Fahrerassistenzsystemen und Automation verstehen und Gegenmaßnahmen entwickeln können.

... Elemente der Mensch-Maschine-Schnittstelle im Fahrzeug hinsichtlich Kompatibilität bewerten.



.....了解驾驶员工作场所随着时间的推移发生变化的方式和原因。

.....了解开发人机显示概念的基础知识和程序，并将人体工程学建议纳入考虑.....

.....了解驾驶员辅助系统和自动化的后果和风险，并能够制定应对措施。

... 评估车辆人机界面的兼容性。

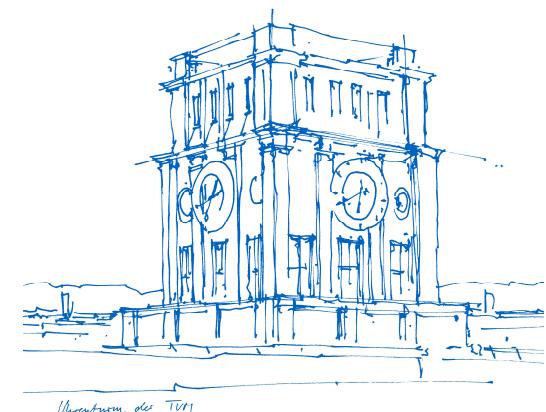
# Mensch-Maschine-Interaktion

## Prof. Dr. phil. Klaus Bengler

### Agenda

---

- 8.1 Historische Entwicklung
- 8.2 Konzepte der Mensch-Maschine Interaktion
- 8.3 Mensch-Maschine-Schnittstelle
- 8.4 Entwicklung eines Mensch-Maschine Anzeigekonzeptes
- 8.5 Mensch-Maschine-Schnittstelle für ACC
- 8.6 Ironien der Automation
- 8.7 Aufmerksamkeit – Wahrnehmung – Workload
- 8.8 Folgen durch FAS / Automation
- 8.9 Beispiel: Auswirkung der Teilautomatisierung bei ACC



## 8.1 Historische Entwicklung

# Der klassische Fahrerplatz



**Geprägt von der primären  
Fahraufgabe**

## ... Information und Assistenz



**Geprägt von der primären  
Fahraufgabe und Integration**

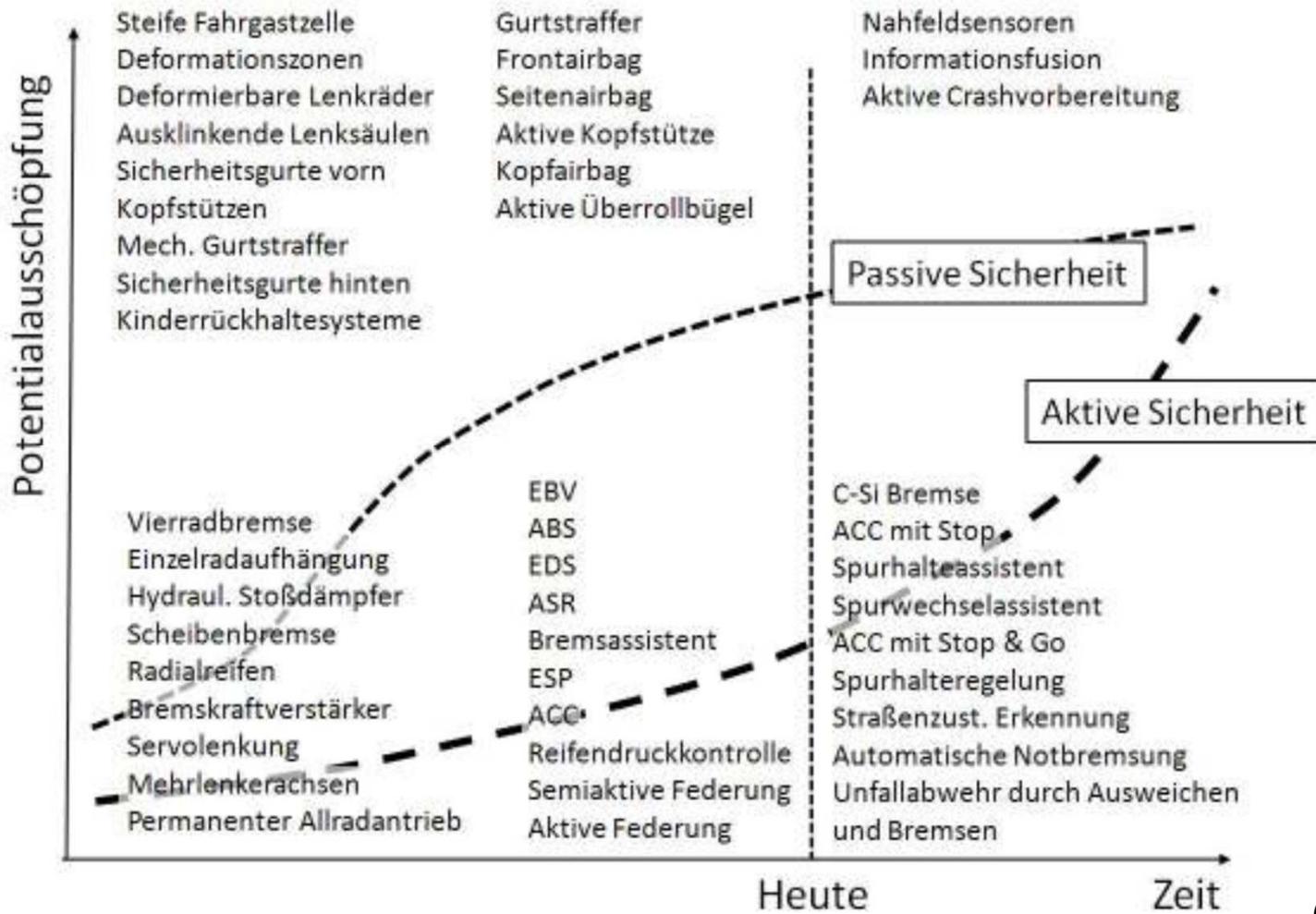
以主要驾驶任务和整合为特征



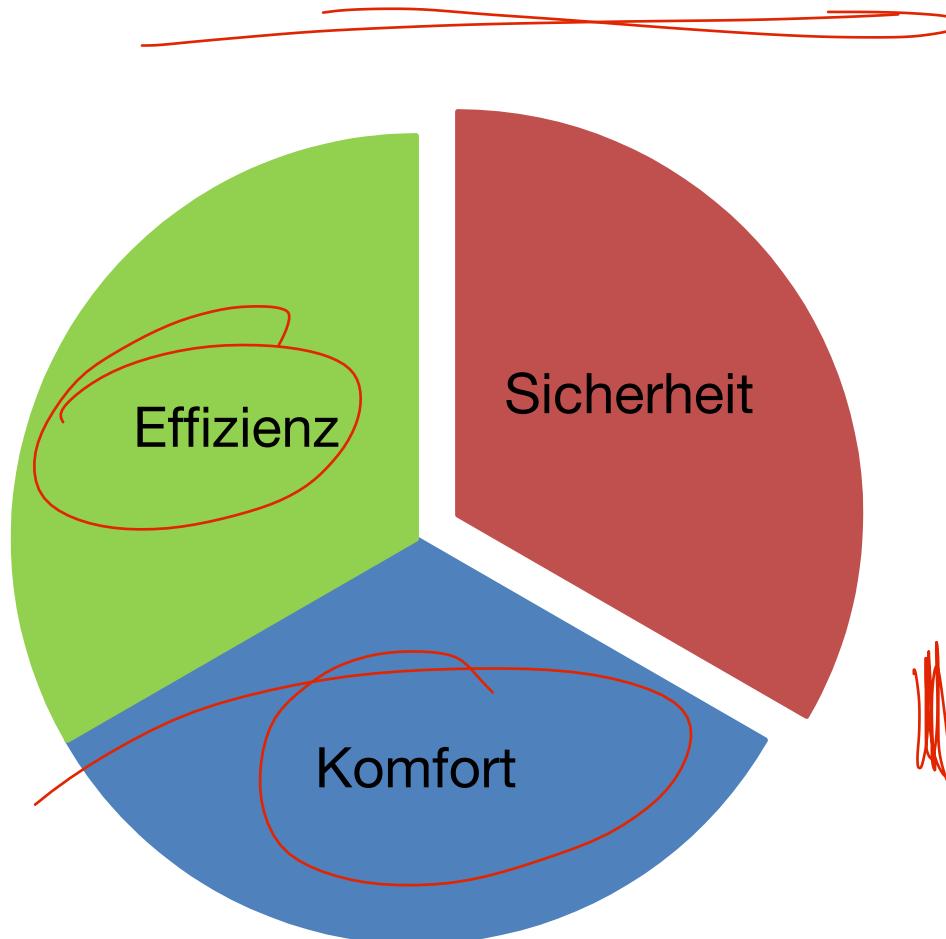
- Wie bewegen wir uns in der Zukunft fort?
- Wie steuern wir diese Bewegung?
- Welche Konzepte sind ergonomisch, sicher, verstehtbar und erfreulich?

- 未来我们将如何前进?  
- 我们如何引导这场运动?  
- 哪些概念符合人体工程学、安全、易懂且令人愉悦?

# Passive vs. Aktive Sicherheit



# Ziel von Fahrerassistenzsystemen



**Früher:**

Vor allem Sicherheit ist wichtig.

**Heute:**

Neben der Sicherheit erwartet der Fahrer auch andere Funktionen der FAS, die ihn beim stressfreien (Komfort) und kraftstoffsparenden (Effizienz) Fahren unterstützen.

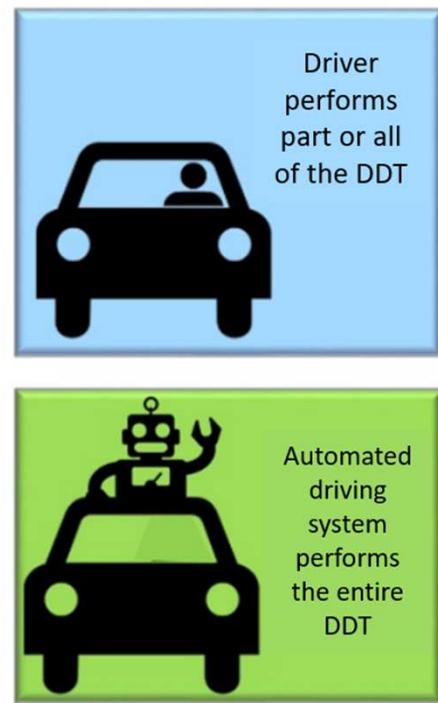
# Retrospektive - Fahrerassistenz

Fahrerassistenzsystem	Komfort	Sicherheit	
		Sachschaden	Personenschaden
Servolenkung			
Navigationssystem			
Klimaautomatik			
Regensensor			
■ akustische Einparkhilfe			
■ Einparkassistent			
■ Anti-Blockier-System (ABS)			
■ Electronic Stability Control (ESC)			
Tempomat			
■ Adaptive Cruise Control (ACC)			
■ Notbremsassistent (BAS/ AEBS)			
■ Spurverlassenswarner (LDW)			
■ Spurhaltesystem (LKS)			
■ Spurwechselassistent (LCA)			
■ Kurvenlicht			
■ Lichtassistent			
■ Nachtsichtassistent (NV)			
■ Verkehrszeichenbeobachter			

(Maier, 2013)

# SAE J3016 (Juni 2018) Automationslevel

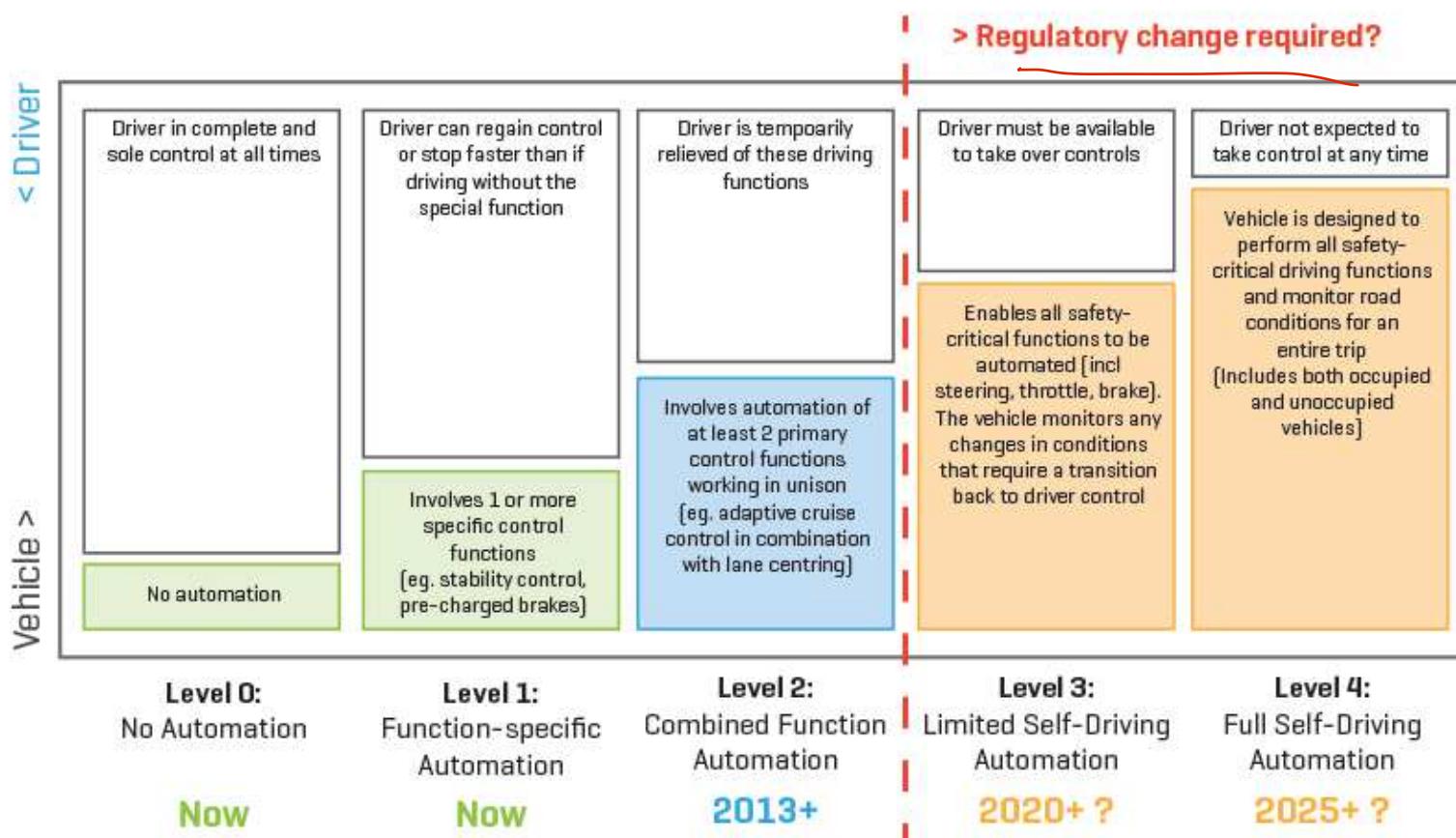
(SAE, 2018)



Level	Name	Sustained lateral and longitudinal control	Monitoring the driving environment	Dynamic driving task (DDT) fallback	Operational design domain
Driver performs part or all of the DDT					
<b>0</b>	No Driving Automation	Driver	Driver	Driver	n/a
<b>1</b>	Driver Assistance	Driver and System	Driver	Driver	Limited
<b>2</b>	Partial Driving Automation	<b>System</b>	Driver	Driver	Limited
ADS ("System") performs the entire DDT (while engaged)					
<b>3</b>	Conditional Driving Automation	System	<b>System</b>	Fallback-ready user	Limited
<b>4</b>	High Driving Automation	System	System	<b>System</b>	Limited
<b>5</b>	Full Driving Automation	System	System	System	<b>Unlimited</b>

# Automationslevel nach NHTSA

## Levels of driving automation [NHTSA]



Source: NHTSA (Modified)

# Automationsgrade nach BASt

(Gasser & Westhoff, 2012)

Nomenklatur	Fahraufgaben des Fahrers nach Automatisierungsgrad
Vollautomatisiert	<p>Das System übernimmt Quer- und Längsführung vollständig in einem definierten Anwendungsfall</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Der Fahrer muss das System dabei nicht überwachen</li> <li>Vor dem Verlassen des Anwendungsfalles fordert das System den Fahrer mit ausreichender Zeitreserve zur Übernahme der Fahraufgabe auf</li> <li>Erfolgt dies nicht, wird in den risikominimalen Systemzustand zurückgeführt</li> <li>Systemgrenzen werden alle vom System erkannt, das System ist in allen Situationen in der Lage, in den risikominimalen Systemzustand zurückzuführen</li> </ul>
Hochautomatisiert	<p>Das System übernimmt Quer- und Längsführung für einen gewissen Zeitraum in spezifischen Situationen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Der Fahrer muss das System dabei nicht überwachen</li> <li>Bei Bedarf wird der Fahrer zur Übernahme des Fahraufgabe mit ausreichender Zeitreserve aufgefordert</li> <li>Systemgrenzen werden alle vom System erkannt. Das System ist nicht in der Lage, aus jeder Ausgangssituation den risikominimalen Zustand herbeizuführen</li> </ul>
Teilautomatisiert	<p>Das System übernimmt Quer- und Längsführung (für einen gewissen Zeitraum oder/und in spezifischen Situationen)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Der Fahrer muss das System dauerhaft überwachen</li> <li>Der Fahrer muss jederzeit zur vollständigen Übernahme der Fahrzeugführung bereit sein</li> </ul>
Assistiert	<p>Fahrer führt dauerhaft entweder die Quer- oder die Längsführung aus. Die jeweils andere Fahraufgabe wird in gewissen Grenzen vom System ausgeführt</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Der Fahrer muss das System dauerhaft überwachen</li> <li>Der Fahrer muss jederzeit zur vollständigen Übernahme der Fahrzeugführung bereit sein</li> </ul>
Driver only	Fahrer führt dauerhaft (während der gesamten Fahrt) die Längsführung (Beschleunigen/Verzögern) und die Querfahrung (lenken) aus

bast

Automatisierungsgrad

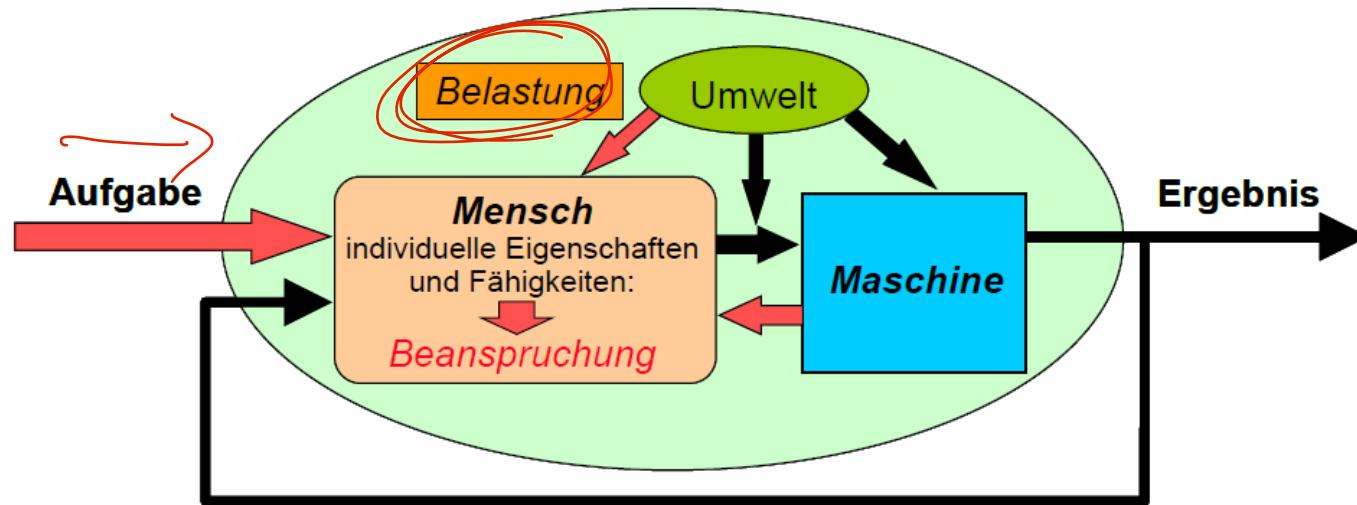
# Retrospektive – Fahrerassistenz



## 8.2 Konzepte der Mensch-Maschine-Interaktion

# Mensch-Maschine-System

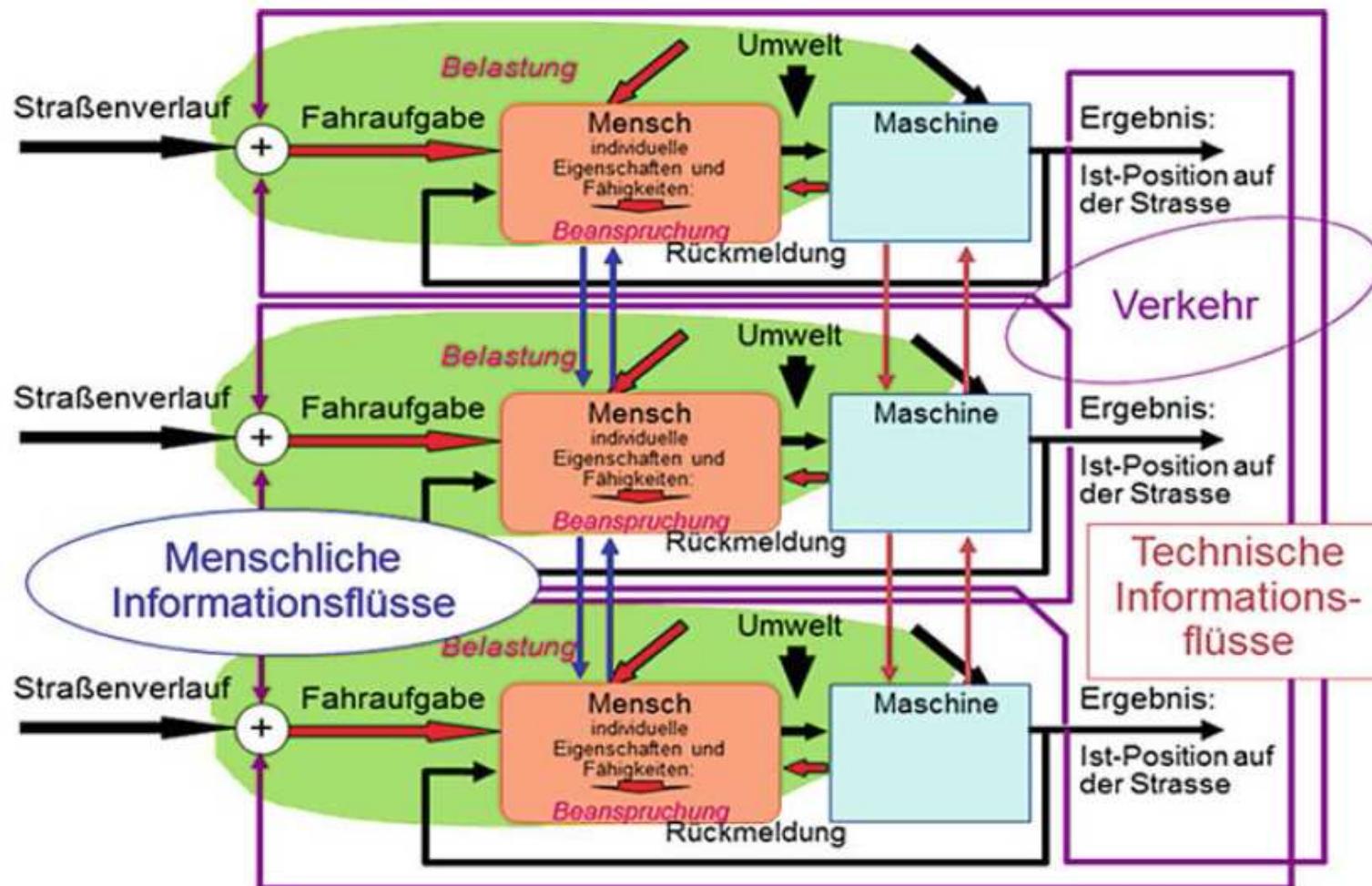
## Belastungs-Beanspruchungs-Konzept



- Belastung durch die **Arbeitsaufgabe**
  - körperliche Arbeit
  - geistige Arbeit
- Belastung durch die **Arbeitsumwelt**
  - physikalische Umwelt
  - (soziale Umwelt)
- Belastung durch das **Mensch-Maschine-System**
  - anthropometrische Bedingungen
  - Informationsfluss (Systemergonomie)

**aus Automobilergonomie**  
Bubb, Bengler, Grünen, & Vollrath (2015)

# Mensch-Maschine-System im Straßenverkehr



## 8.3 Mensch-Maschine-Schnittstelle

Literatur: Bubb, H., Bengler, K., Grünen, R.E., Vollrath, M. (2015). Automobilergonomie.  
Springer Fachmedien Wiesbaden. ISBN: 978-3-8348-1890-4

主要任务：使车辆保持正确方向

- 导航
- 导航
- 稳定



次要任务：根据驾驶要求开展活动

- 动作（闪光、鸣笛）
- 反应（上下调光、擦拭）

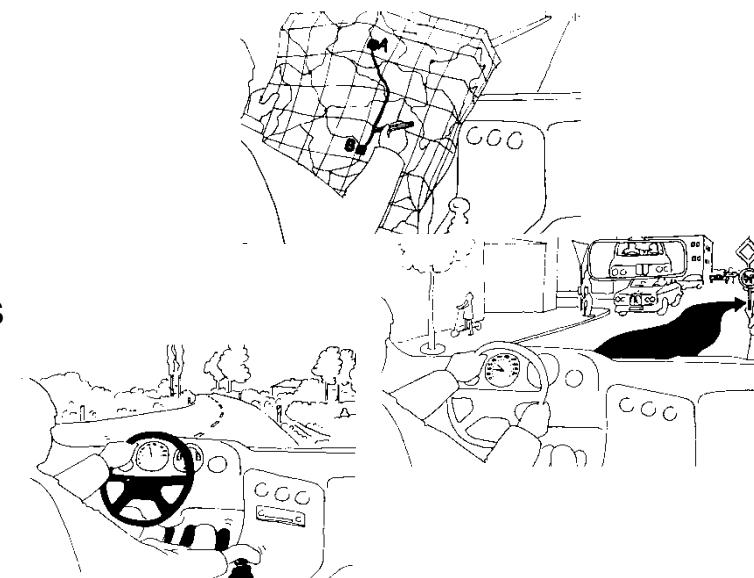
## Unterteilung der Fahraufgabe

第三任务：与驾驶无关的活动

- 提高舒适度（空调、座椅调节、收音机.....）
- 通讯（收音机、电话、互联网.....）这里也包括行动 反应

### Primäre Aufgabe: Halten des Fahrzeugs auf Kurs

- Navigation
- Führung
- Stabilisierung



### Sekundäre Aufgabe: Tätigkeiten in Abhängigkeit von Fahranforderungen

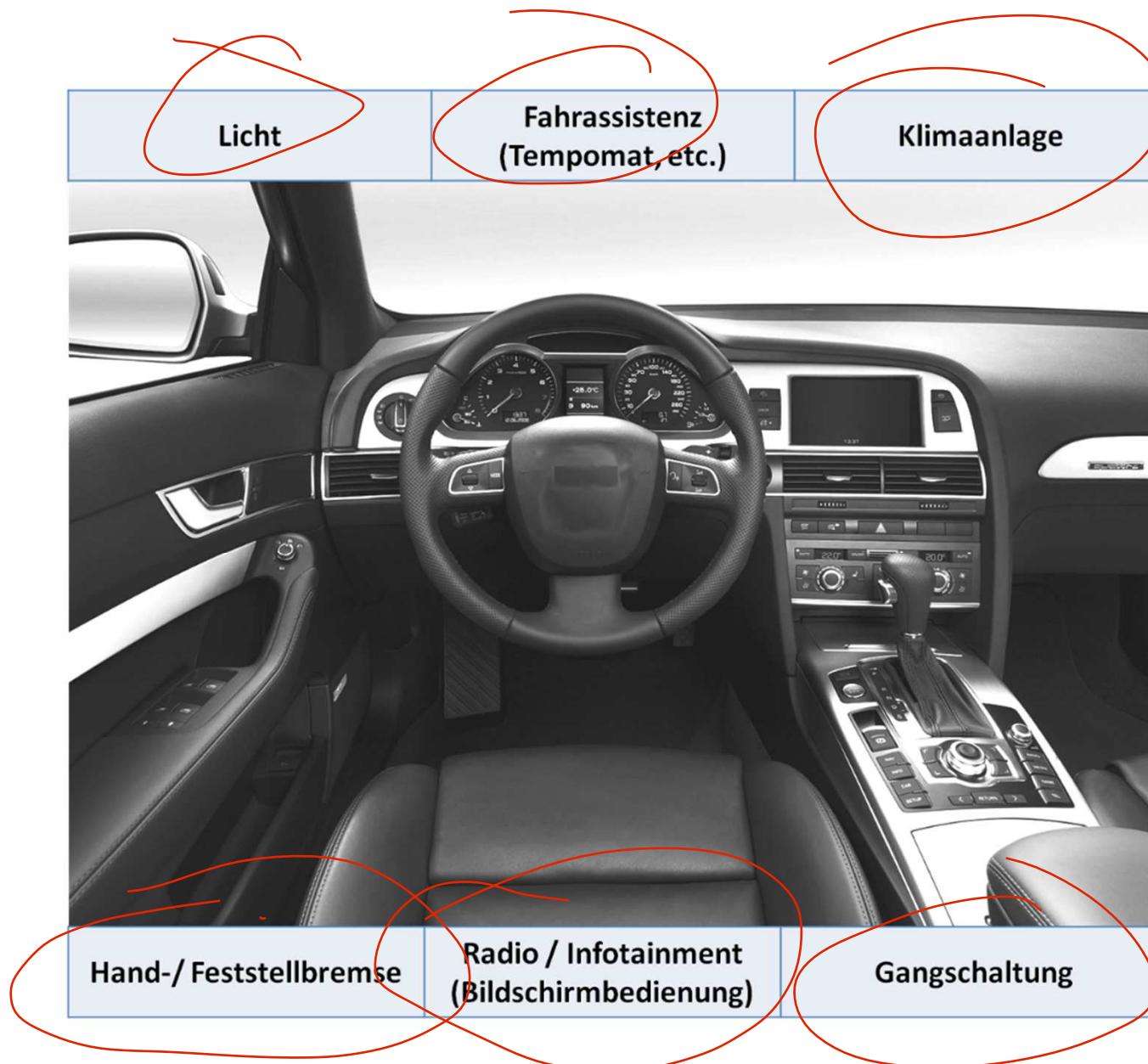
- Aktion (Blinken, Hupen)
- Reaktion (Auf- und Abblenden, Wischen)



### Tertiäre Aufgaben: Tätigkeiten, die nicht mit dem Fahren zu tun haben

- Komfortverbesserung (Klimaanlage, Sitzeinstellung, Radio ...)
- Kommunikation (Radio, Telefon, Internet ...) auch hier Aktion ↔ Reaktion

(Bubb, 2003)



Elemente der  
MMS für

- primäre
- sekundäre
- tertiäre

Aufgaben.

(Wendrinsky, 2009)

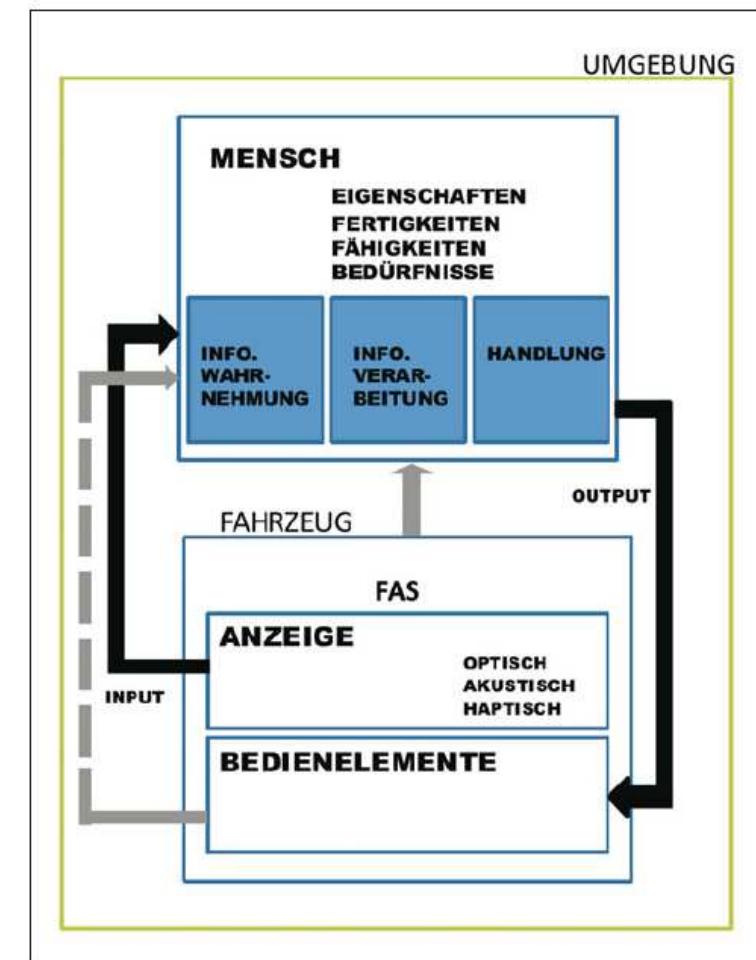
# Arbeitsmodell der Interaktionen Mensch-Schnittstelle in Fahrzeugen

Grundeinteilung von Schnittstellen besteht in Differenzierung zwischen Anzeigen und Bedienelementen

**Anzeige:**  
allgemeine Informationsaufnahme und Auslöser des menschlichen Informationsverarbeitungsprozesses

**Bedienelemente:**  
ausführender Teil, was der Fahrer nach der Informationsaufnahme und der -verarbeitung tut oder „bedient“

Quelle: Handbuch Fahrerassistenz (2012)



# Bedienelemente und Gestaltungsziele

## Definition Bedienelement im KFZ:

- Allgemein die Schnittstelle zwischen Bediener und System, über die der Fahrer, dem System eine Information übergibt
- In der Regel finger-, hand- oder fußbetätigtes Schnittstellen
- Prinzipiell ist aber hierfür jede andere Form von sensorisch messbaren Reaktionen des menschlichen Organismus möglich (bspw. menschliche Sprache)

## Die wichtigsten Gestaltungsziele sind:

- Schnelle, sichere, intuitive und
- präzise Bedienung,
- kompatibel mit der entsprechenden Funktion bzw. den einzustellenden Parametern (sodass beispielsweise die Erhöhung eines Wertes mit einer Eingabe nach oben oder im Uhrzeigersinn vorgenommen wird)

控制要素和设计目标

车辆控制元件的定义:

- 一般来说，操作员与系统之间的接口，驾驶员通过它向系统传输信息
- 通常是手指、手或脚操作的界面
- 但原则上，也可使用任何其他形式的传感器，通过技术手段测量人的机体反应（如人的语言）。

最重要的设计目标是

- 快速、安全、直观
- 操作精确、
- 与要设置的相应功能或参数兼容（例如，向上或顺时针输入可增加数值）

设计控制元件的程序

实现设计目标的措施:

# Vorgehensweise zur Gestaltung von Bedienelementen

- 确定动作器官、姿势和抓取方法、

- 选择控制装置的类型、

- 避免无意和未经授权的定位、

## Maßnahmen um Gestaltungsziele zu erreichen:

- 内部布置、

- 反馈、操作方向、行程和阻力的定义、

- 执行机构的标记

- ✓ die Bestimmung von Handlungsorgan, Körperhaltung und Greifart,
- ✓ die Auswahl der Bedienteilart,
- ✓ das Vermeiden von unbeabsichtigtem und unbefugtem Stellen,
- ✓ die Anordnung im Innenraum,
- ✓ die Festlegung von Rückmeldung, Bedienrichtung, -weg und –widerstand,
- ✓ die Kennzeichnung der Stellteile



确定姿势和抓取方法以及控制装置类型

# Bestimmung Körperhaltung und Greifart sowie Bedienteilart

控制要素

旋转钮 旋转钮 开关杆 控制杆 摆臂开关 按钮 键盘 手柄滑块

示例

通风控制 收音机音量 变速箱控制 驻车制动器 后视镜调节 气候控制 信息娱乐系统 气候控制



Zusammenstellung der Greifarten (nach Schmidtke, 1989)

## Bedienelemente

## Beispiel

Drehknebel

Lüftungsregler

Drehknöpfe

Radiolautstärke

Schalthebel

Getriebebetätigung

Stellhebel

Parkbremse

Wippschalter

Spiegelverstellung

Druckknopf

Klima-Anlage

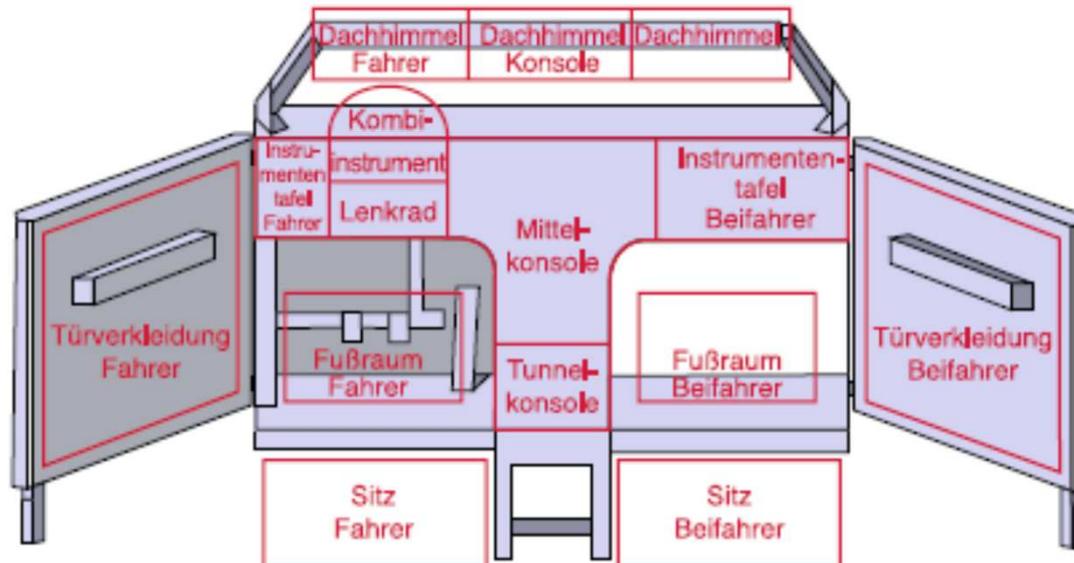
Tastaturen

Infotainment

Griffschieber

Klima-Anlage

# Festlegung der räumlichen Anordnung



Definition der Auslegungszonen / Cockpitbereiche im Fahrzeug

## Problem:

Steigende Anzahl an FAS und zu bedienender Systeme

问题

Erhöhte Anzahl an Bedienelementen und Unübersichtlichkeit

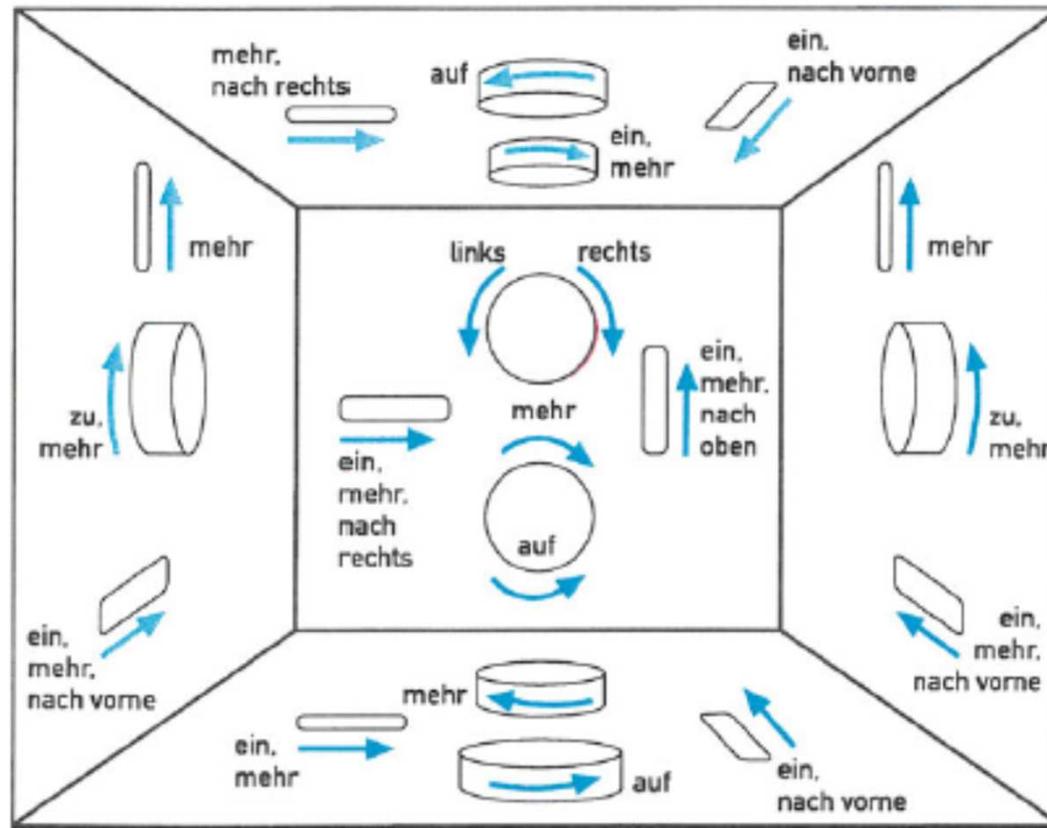
需要操作的增值服务和系统数量不断增加 操作要素数量增加，造成混乱  
解决方案

## Lösung:

集成操作元件（如多维旋转按钮或触摸屏）

Integrierte Bedienelemente (bspw. multidimensionaler Drehdrücksteller oder Touchscreen)

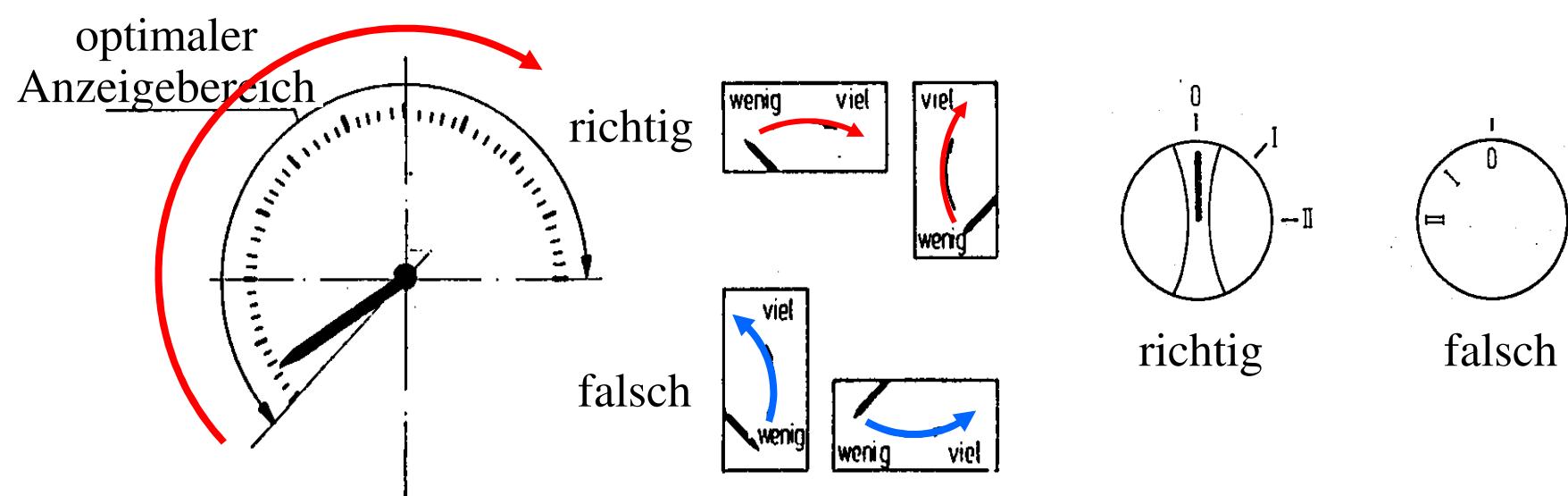
# Bedienrichtung, -weg und -widerstand



# Kompatibilität

(Bubb, 2003)

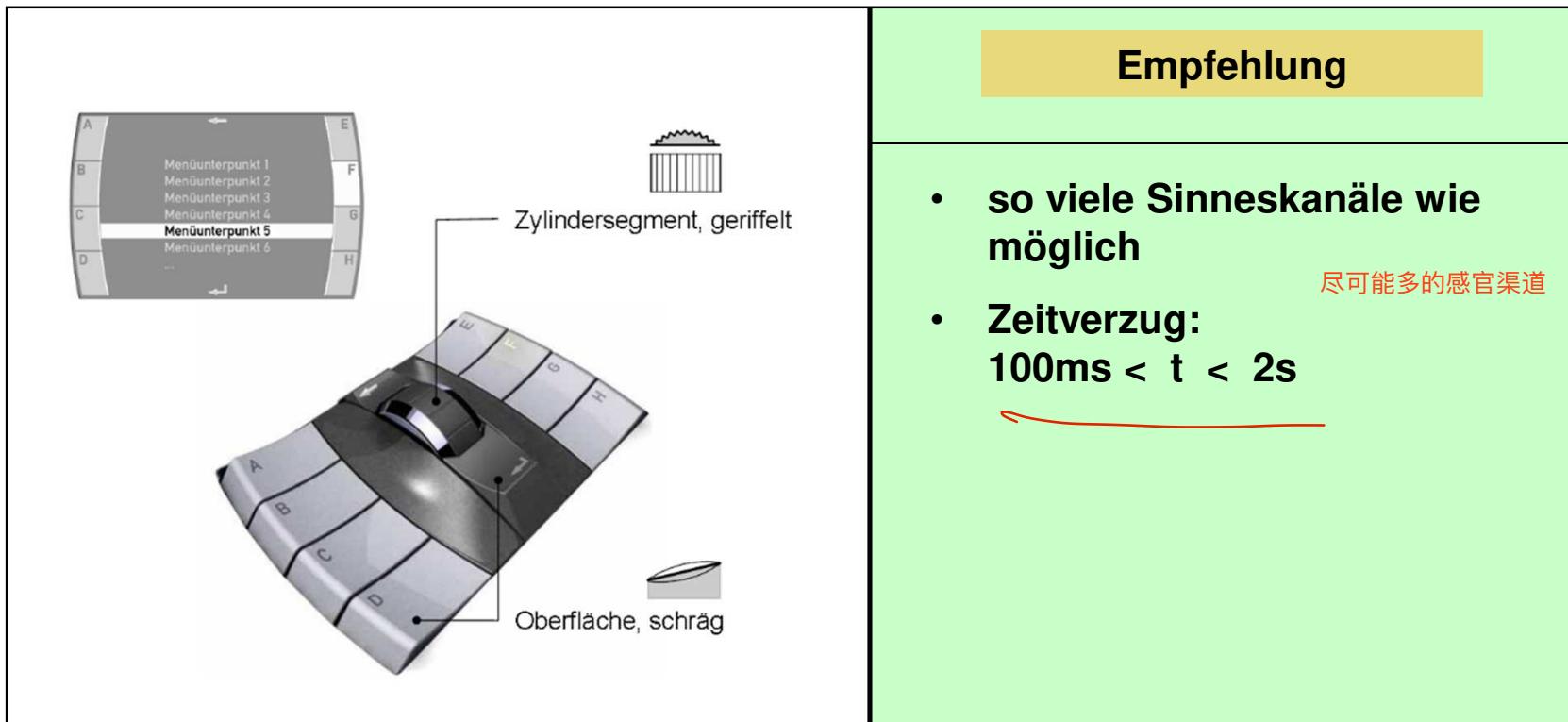
Bewegungsrichtung und Drehsinn darf nicht  
miteinander im Widerspruch sein



Bewegungsrichtung und Drehsinn dürfen nicht miteinander im Widerspruch stehen

反馈意见

# Rückmeldung



## Visuelles, taktiles, haptisches Feedback

视觉、触觉和触觉反馈

(Götz, auswall 2012)

# Rückmeldung - Feedback

## ergonomische Empfehlungen

- Kontinuierliche Statusanzeige  
- 连续状态显示
- Verzögerungsfrei  
- 无延迟
- Überschwellig  
- 超阈值
- Multimodal simultan  
(mehrere Sinneskanäle)  
- 多模态同步 (多个感觉通道)  
- 有针对性的预先警报 (单模态或多模态)
- Gezielte Vorwarnung (mono- oder multimodal)



## Beispiele Rückmeldung



缺乏空间和功能分配

**Fehlende räumliche und funktionale Zuordnung**



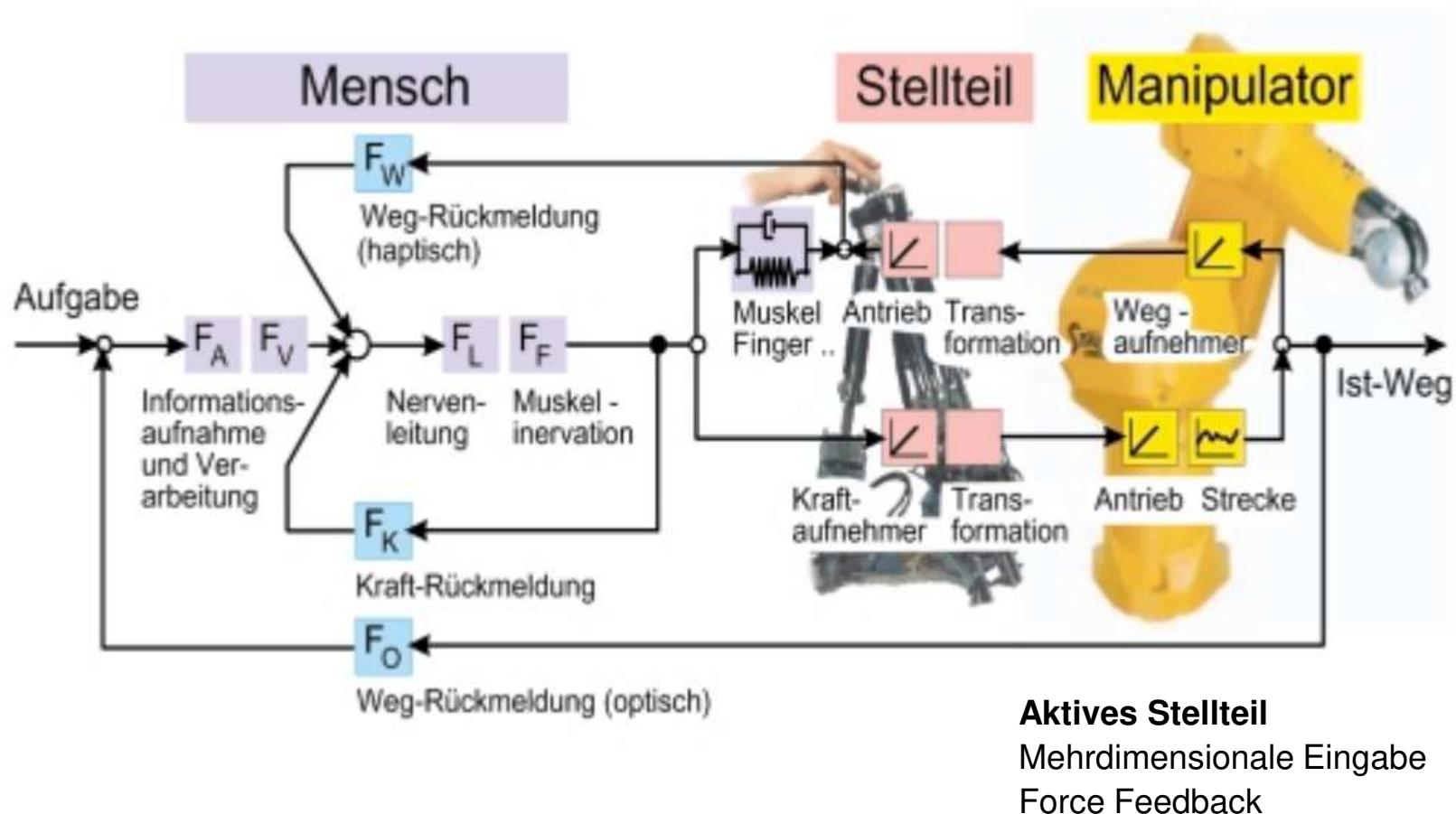
空间和功能兼容性

空间兼容性

**Räumliche und funktionale Kompatibilität**

**Räumliche Kompatibilität**

# Integration von Eingabe und Ausgabe



# Kooperation – Transition über Griffkraftmessung

合作 - 通过握力测量实现过渡

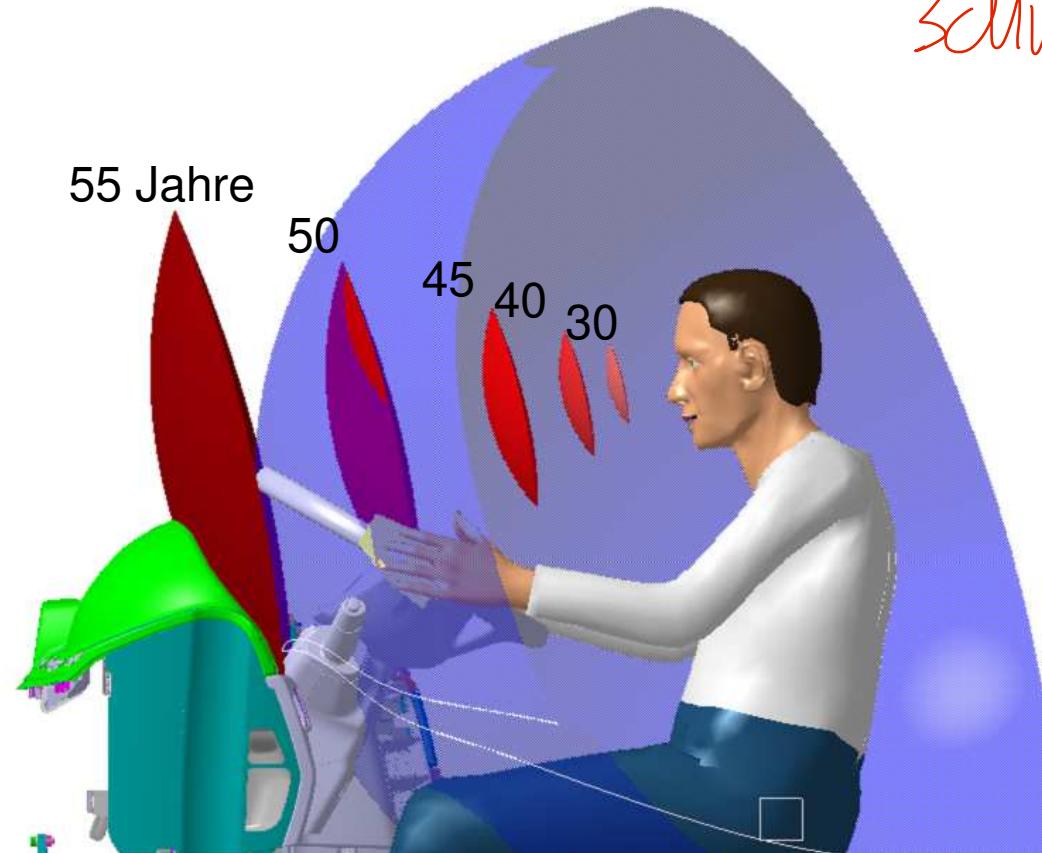


(Kienle, 2010)

展示和设计目标

## Anzeige und Gestaltungsziele

*schwierig zu lesen*



## Aktuelle Spiegel in LKWs



(Bengler et al., 2015)

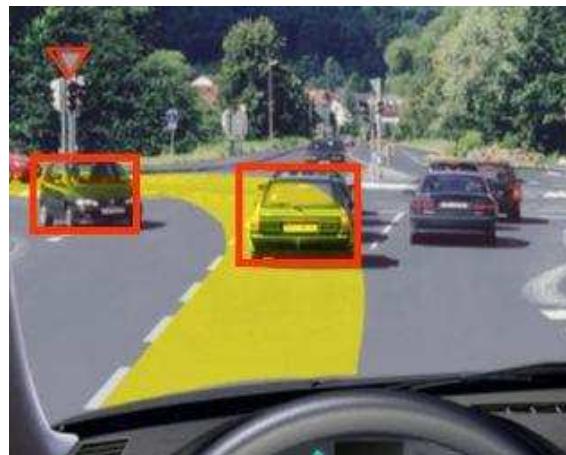
Abbildung: MAN Truck & Bus AG

# Kamera-Monitor-System Prototyp

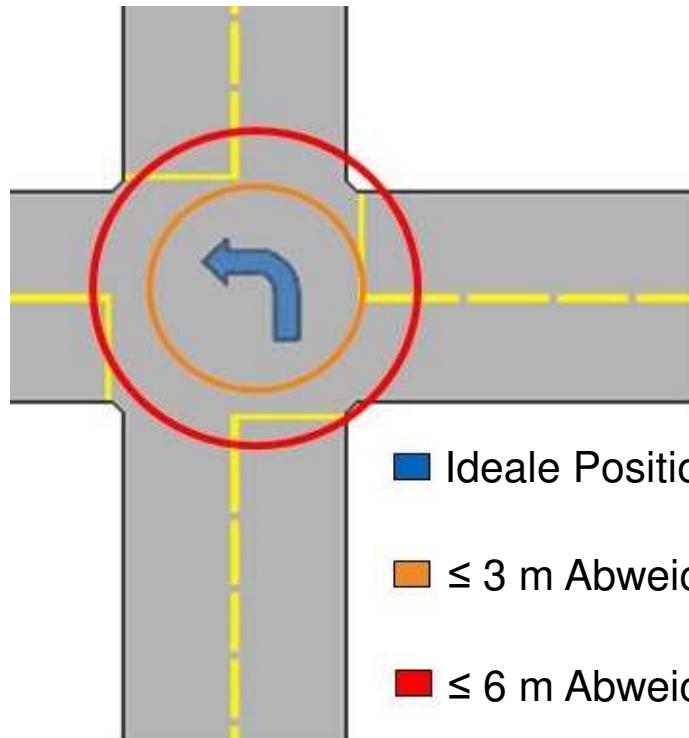


(Bengler et al., 2015)

## Ausgabe – Augmentierung im HUD



# Augmentierung im HUD - Positionsgenauigkeit



Ideale Position



$\leq 6 \text{ m Abweichung}$

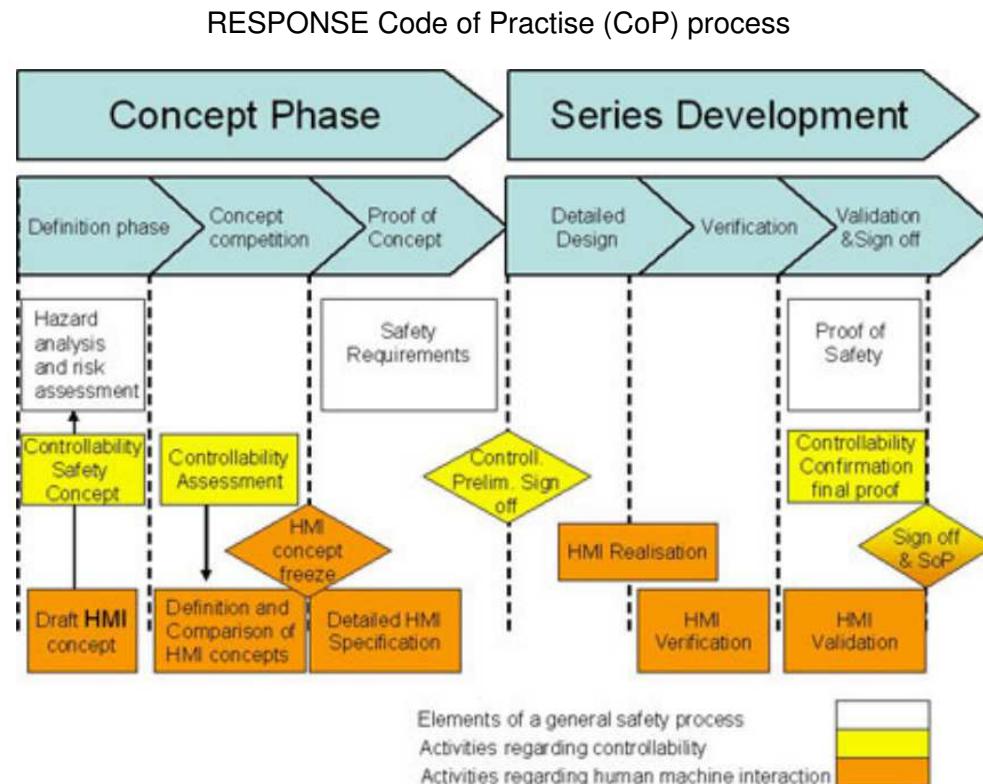


(Pfannmüller et al., 2015)

# Code of Practice

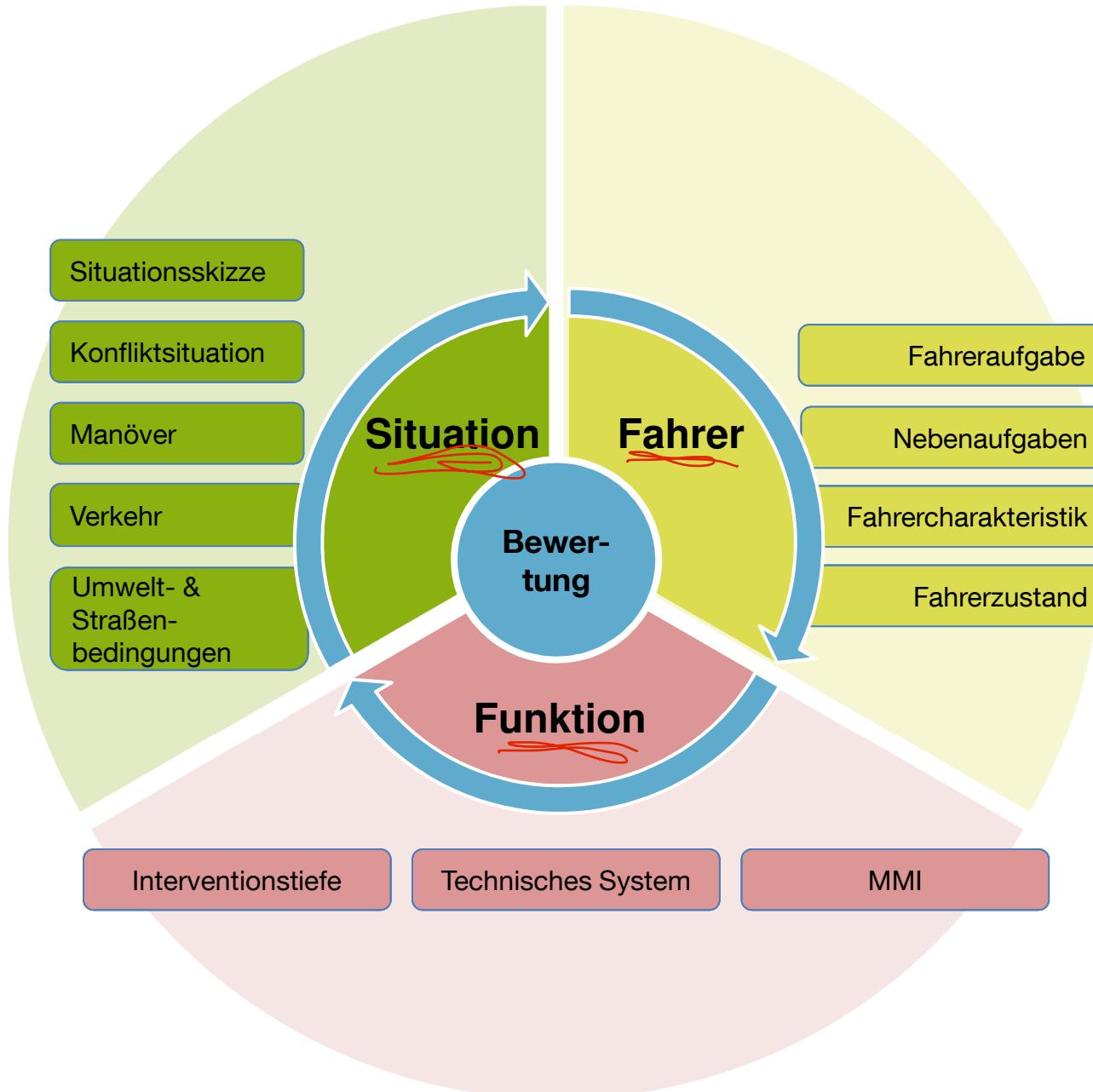
## Definition für die Gestaltung von Fahrerassistenzsystemen:

- ✓ Anforderungen an visuelle und auditive Informations-Präsentation
- ✓ Methoden zur Messung visueller Anforderungen
- ✓ Dialogmanagement, Benutzer-System-Interaktion



Quelle: [http://www.transport-research.info/sites/default/files/project/documents/20101208\\_184029\\_81524\\_PReVENT\\_Final\\_Report.pdf](http://www.transport-research.info/sites/default/files/project/documents/20101208_184029_81524_PReVENT_Final_Report.pdf)

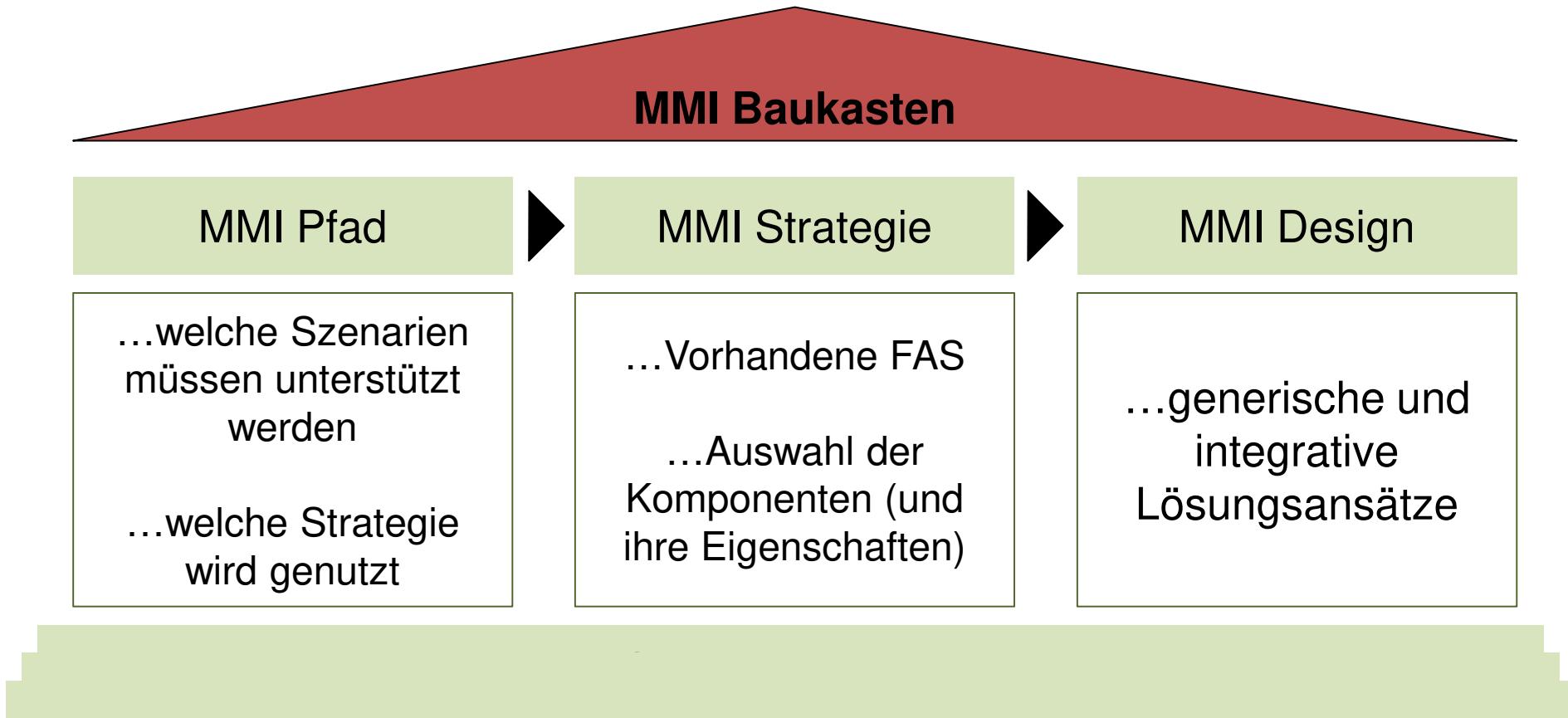
## **8.4 Entwicklung eines Mensch-Maschine-Anzeigekonzeptes**



# Ist das die Zukunft?



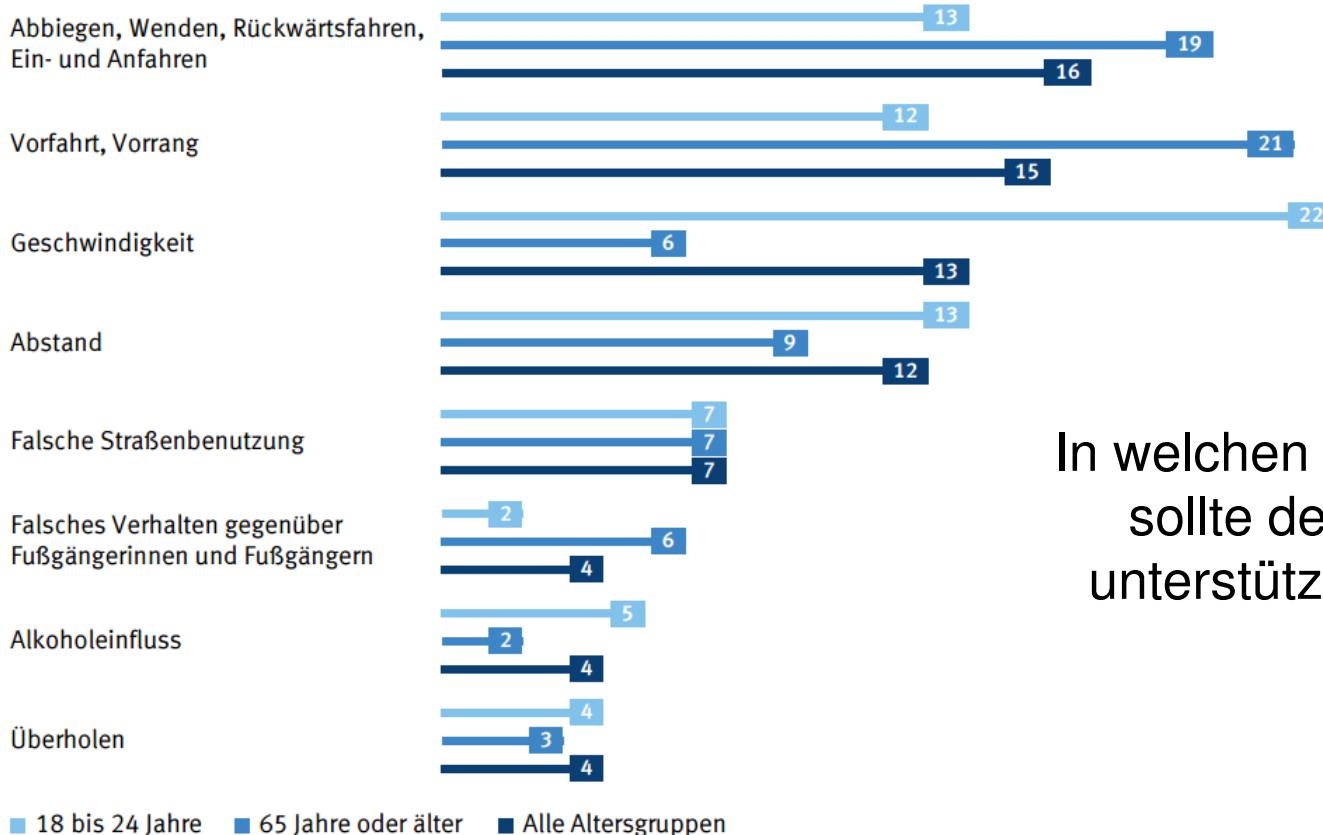
# Vorgehen bei der Entwicklung eines Anzeigekonzeptes



UR:BAN Projekt (2012-2016)

# Bedarfsorientierte Entwicklung (Unfallanalyse)

**Die häufigsten Fehlverhalten bei Unfällen mit Personenschaden 2011**  
in % an allen Fehlverhalten



In welchen Situationen sollte der Fahrer unterstützt werden?

Statistisches Bundesamt (2012)

# Auswahl von aktiven Fahrerassistenzsystemen

Tabelle 2.4: Übersicht über die bekanntesten Fahrerassistenzsysteme

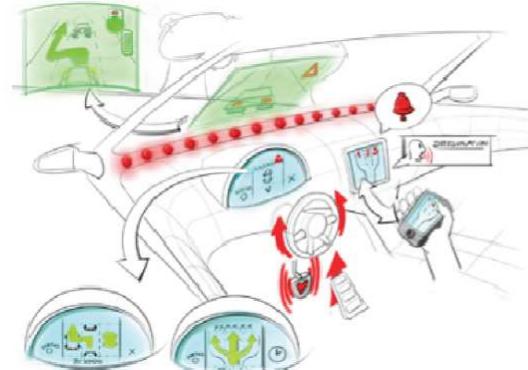
FAS	Bezeichnung	Erläuterung
ABS	Anti-Blockier-System	ABS verhindert das Blockieren der Räder bei starker Bremsung, damit das Fahrzeug lenkfähig bleibt.
DSC / ESP	Dynamic Stability Control / Electronic Stability Program	DSC verhindert das Schleudern bzw. Ausbrechen des Fahrzeugs bei schlechter Haftung oder hoher Reibwert-Ausnutzung, indem einzelne Räder abgebremst werden.
FGR / CC	Fahrgeschwindigkeits-Regelung (Cruise Control)	FGR regelt die Fahrzeug-Geschwindigkeit auf einen vom Fahrer vorgegebenen Wert.
ACC / ACC S&G	Aktive Geschwindigkeitsregelung (Active Cruise Control / ACC Stop&Go)	ACC regelt ebenfalls auf eine vorgegebene Geschwindigkeit, detektiert aber zusätzlich langsamere Vorderfahrzeuge und passt Abstand und Geschwindigkeit entsprechend an. Die Stop&Go-Funktion erweitert den Einsatzbereich bis zum Stillstand (Stau, dichter Verkehr) und automatisiert damit die Längsführung weitreichend.
BAS	Bremsassistent	Der Bremsassistent erkennt eine Notbremsung des Fahrers und baut unabhängig von der Pedalkraft die volle Bremsverzögerung auf.
FCW	Auffahrwarnung (Forward Collision Warning)	Das Warnsystem FCW überwacht den Frontbereich des Fahrzeugs und warnt den Fahrer rechtzeitig vor Auffahrunfällen, greift aber nicht selbst ein.
AGB	Aktive Gefahrenbremsung	AGB erweitert den Funktionsbereich von FCW, indem es selbstständig bis zum Stillstand bremst, wenn der Fahrer nicht auf eine Warnung reagiert.
LCA	Lane Change Assistant (Spurwechsel-	LCA überwacht den hinteren und seitlichen Bereich des Fahrzeugs und warnt bei Spurwechseln ggf. vor kritischen

Welche Systeme  
haben wir im Fahrzeug  
zur Verfügung?

Welche Systeme  
lassen sich  
kombinieren?  
(Handlung, Ort, usw.)

Lindberg (2012)

# MMI Strategie – Verfügbare Komponenten



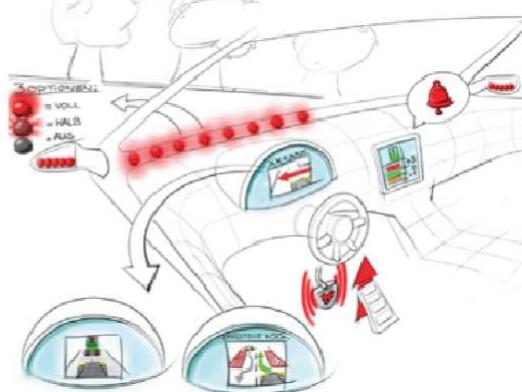
Oberklasse

Head-Up Display  
Programmierbares Kombiinstrument  
Force Feedback Gaspedal  
...



Mittelklasse

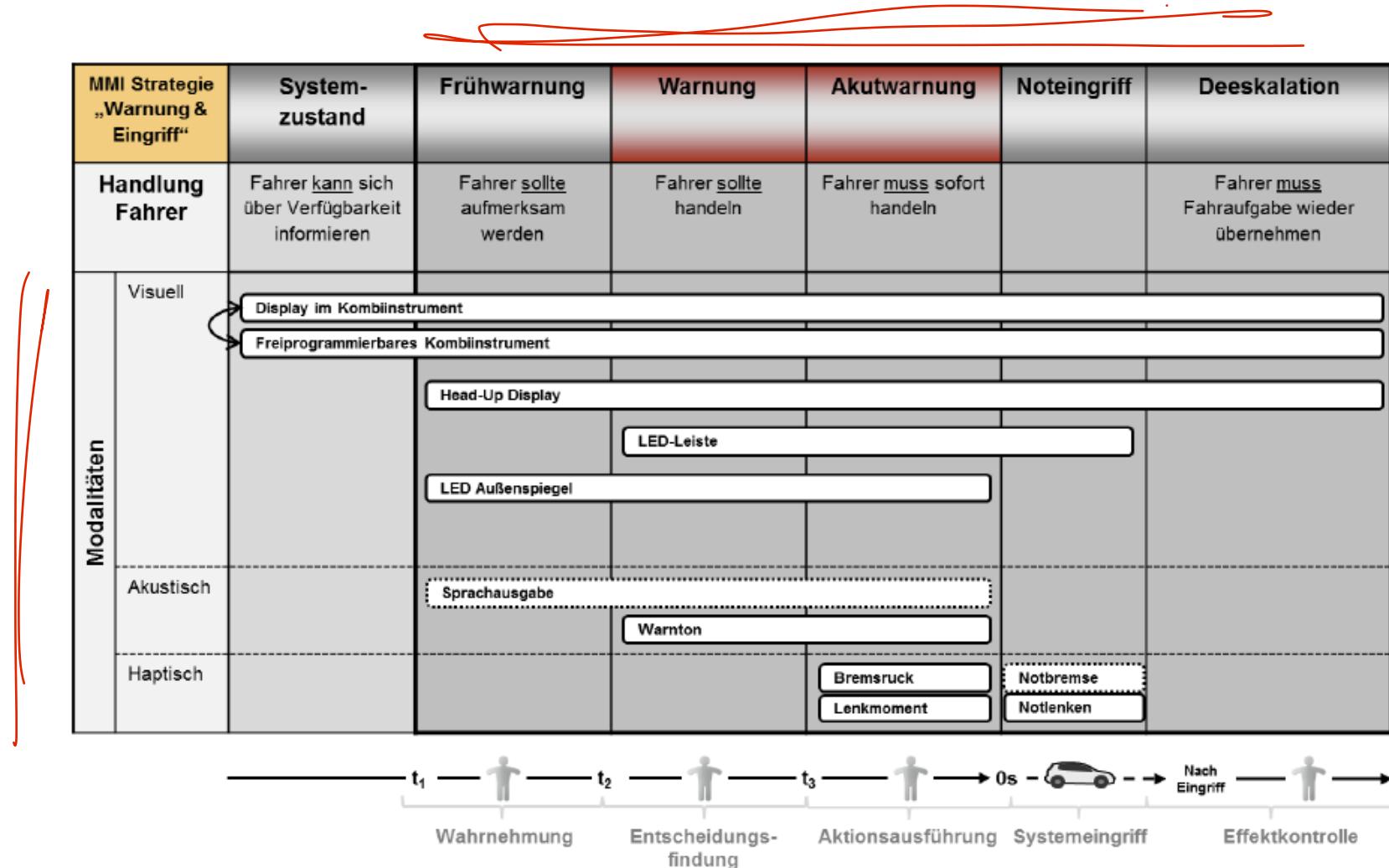
Kein Head-Up Display  
Display im Kombiinstrument  
LED Leiste  
...



Kleinwagen

Standard Kombiinstrument  
Kein Head-Up Display  
Kein Force Feedback Gaspedal  
Warntöne

# Strategie der Komponenten nach Warnzeitpunkt



# Strategie der Komponenten nach Warnzeitpunkt

1

## Allgemeine Anforderung (abhängig vom Szenario)

- Erlernbarkeit (einfach, handlungsorientiert, verortbar)
- Geringer visueller Workload (generische Symbole, wenig Farben)

2

## Spezifische Anforderung (verfügbare Komponenten)

- Aktuell: Kombiinstrument ist Ausgangspunkt
- Weitere Komponenten werden je nach Verfügbarkeit ergänzt
- Integrativer Ansatz (keine unnötige Redundanz, ähnliche Symbole)

3

## Spezifische Anforderungen der jeweiligen Komponente

- Qualitative Anforderungen (bspw. Pop-Ups für zeitkritische Warnungen)
- Quantitative Anforderungen (bspw. Schriftgröße, Anzeigedauer, Farbe)

1 - 一般要求 (视情况而定)  
- 可学性 (简单、以行动为导向、可本地化)  
- 视觉工作量小 (通用符号、少量颜色)

2 - 具体要求 (可用组件)  
- 当前: 仪表盘是起点  
- 根据可用情况添加其他组件  
- 整合方法 (没有不必要的冗余, 符号相似)

3 - 各组件的具体要求  
- 定性要求 (如时间紧迫的弹出警告)  
- 定量要求 (如字体大小、显示时间长短、颜色)

## 8.5 Mensch-Maschine-Schnittstelle für ACC



© bimmertoday



# Übersicht



# Übersicht



(Deutsche Version)

## Bedienhebel für die ACC Funktion



# ACC Bedienhebel

Mittels des ACC-Bedienhebel stehen dem Fahrer folgende Funktionen zur Auswahl:

**Ein-/Ausschalten** (gerastet), **Austasten** (ACC im Standby), **Wiederaufnahme**

**Setzen** (aktuell gefahrene Geschwindigkeit wird gespeichert)

**Wunschgeschwindigkeit erhöhen/verringern** (aktuelle Geschwindigkeit im Speicher wird um 1 bzw. 10km/h in- bzw. dekrementiert).

**Distanz** (Einstellung der Zeitlücke zwischen Ego- und Vorderfahrzeug in 4 vorgegebenen Abständen).



# Anzeigen im Kombiinstrument

- **Wunschgeschwindigkeit und Systemstatus** werden im ACC Betrieb immer angezeigt
- **Systemmeldungen** erscheinen temporär für 3s z.B. wenn der Fahrer die Distanz verändert
- **Zusatzanzeige** ist standardmäßig ausgeschaltet und kann über den „RESET“-Knopf am Wischerhebel aktiviert werden

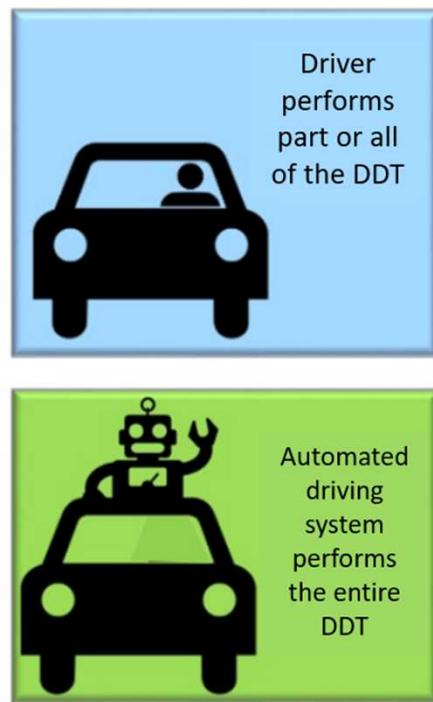


(Deutsche Version)

## 8.6 Ironien der Automatisierung

自动化的讽刺

# SAE J3016 (Juni 2018) Automationslevel (SAE, 2018)



Level	Name	Sustained lateral and longitudinal control	Monitoring the driving environment	Dynamic driving task (DDT) fallback	Operational design domain
Driver performs part or all of the DDT					
0	No Driving Automation	Driver	Driver	Driver	n/a
1	Driver Assistance	Driver and System	Driver	Driver	Limited
2	Partial Driving Automation	System	Driver	Driver	Limited
ADS ("System") performs the entire DDT (while engaged)					
3	Conditional Driving Automation	System	System	Fallback-ready user	Limited
4	High Driving Automation	System	System	System	Limited
5	Full Driving Automation	System	System	System	Unlimited

# Ironien der Automatisierung (1)

- Je mehr Automation in einem System vorhanden ist, umso wichtiger wird die Rolle des Menschen!
- Weil der Mensch die zur Benutzung des Systems erforderlichen Fertigkeiten dank Automation nicht mehr oft anwendet, verlernt er sie und hat sie sowie das notwendige Wissen in Notsituationen nicht parat. Je besser ein automatisches System funktioniert, desto besser müssen die Bediener für Übernahmesituationen ausgebildet und trainiert sein.

- 系统的自动化程度越高，人的作用就越重要！

(Bainbridge, 1983)

- 由于自动化，人们不再经常使用系统操作所需的技能，他们忘记了这些技能，在紧急情况下没有这些技能或必要的知识。自动化系统运行得越好，操作人员就必须接受越好的接管培训和教育。

*“Even highly automated systems, such as electric power networks, need human beings for supervision, adjustment, maintenance, expansion and improvement. Therefore one can draw the paradoxical conclusion that automated systems still are man-machine systems, for which both technical and human factors are important.”*

**Bibby et al., 1975**

## Ironien der Automatisierung (2)

- Der Mensch ist als **Überwacher ungeeignet** (monotone, sehr beanspruchende Tätigkeit). In der plötzlich eintretenden Übernahmesituation fehlt ihm die Kenntnis über den aktuellen Zustand des Systems (Mode Awareness).  
Die Überwachung, ob das System korrekt arbeitet, ist letztlich eine unmögliche Aufgabe: Der Computer übernimmt Entscheidungen, die der Mensch aufgrund der Datenmengen nicht treffen kann, aber der Mensch soll überwachen, ob der Computer richtig entscheidet

(Bainbridge, 1983)

人类不适合担任监管者（单调、非常辛苦的活动）。在突然接管的情况下，他们缺乏对系统当前状态的了解（模式意识）。

监控系统是否正常运行最终是一项不可能完成的任务：由于数据量巨大，计算机会做出人类无法做出的决定，但人类却要监控计算机是否做出了正确的决定

## Effects:

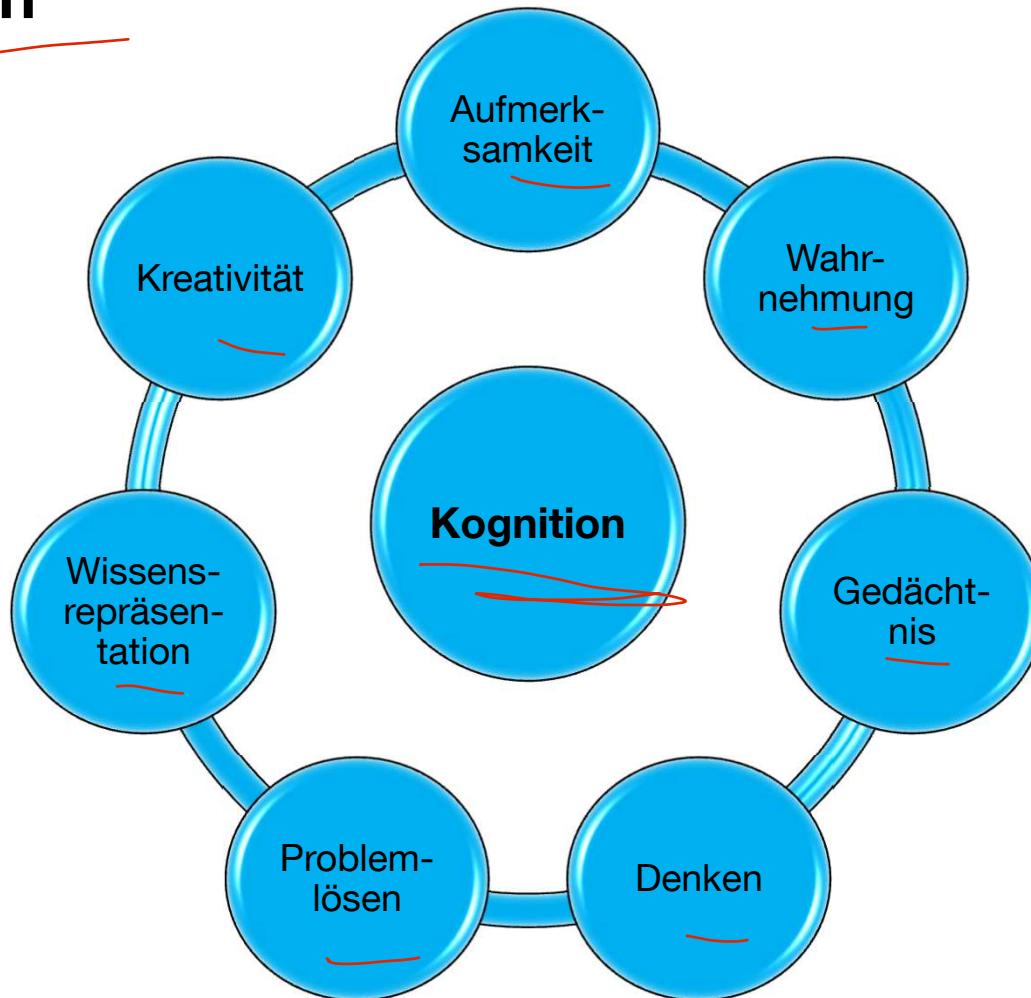
- Physical **skills deteriorate** when they are not used, particularly the refinements of gain and timing
- Long-term knowledge: An operator will only be able to generate successful new **strategies** for unusual situations if he has an adequate knowledge of the process. (efficient retrieval of knowledge from longterm memory depends on frequency of use, this type of knowledge develops only through use and feedback about its effectiveness)
- Working storage: Information takes **time** to build up
- Loss of **vigilance** in monitoring tasks

(Bainbridge, 1983)

### 效果

- 不使用时，身体技能会退化，尤其是增益和时机的精炼
- 长期知识：操作员只有在对操作过程有充分了解的情况下，才能针对不寻常的情况制定成功的新策略。(从长期记忆中有效检索知识取决于使用频率，这类知识只有通过使用和对其有效性的反馈才能形成)
- 工作存储：信息的积累需要时间
- 在监控任务中失去警觉性

# Kognition



## 8.7 Aufmerksamkeit – Wahrnehmung – Workload

# Visuelle Aufmerksamkeit



## Nutzbares Sehfeld – Useful Field of View, UFOV

- UFOV = visueller Ausschnitt, aus dem ohne Augen- oder Kopfbewegung Informationen aufgenommen werden können (Ball et al., 1998)
- UFOV < Blickfeld
- UFOV:  $1^\circ - 15^\circ$  (abhängig von der visuellen Zieldichte)
- im Alter verkleinertes UFOV
- Indikator für Verarbeitungsgeschwindigkeit und Aufmerksamkeit
- UFOV als Unfallprädiktor
- Gestaltungshinweise:  
UFOV der Zielpopulation ermitteln  
Für Präsentation von Information berücksichtigen; besonders für  
Warnungen: bottom-up, Salienz

有效视场角 (UFOV)



- 有用视场 = 无需移动眼睛或头部就能接收信息的视觉区域 (Ball 等人, 1998 年)

- 有用视野 < 视野

- UFOV:  $1^\circ - 15^\circ$  (取决于视觉目标密度)

- UFOV 随年龄增长而减小

- 处理速度和注意力的指标

## Aufmerksamkeit – Wahrnehmung – Workload

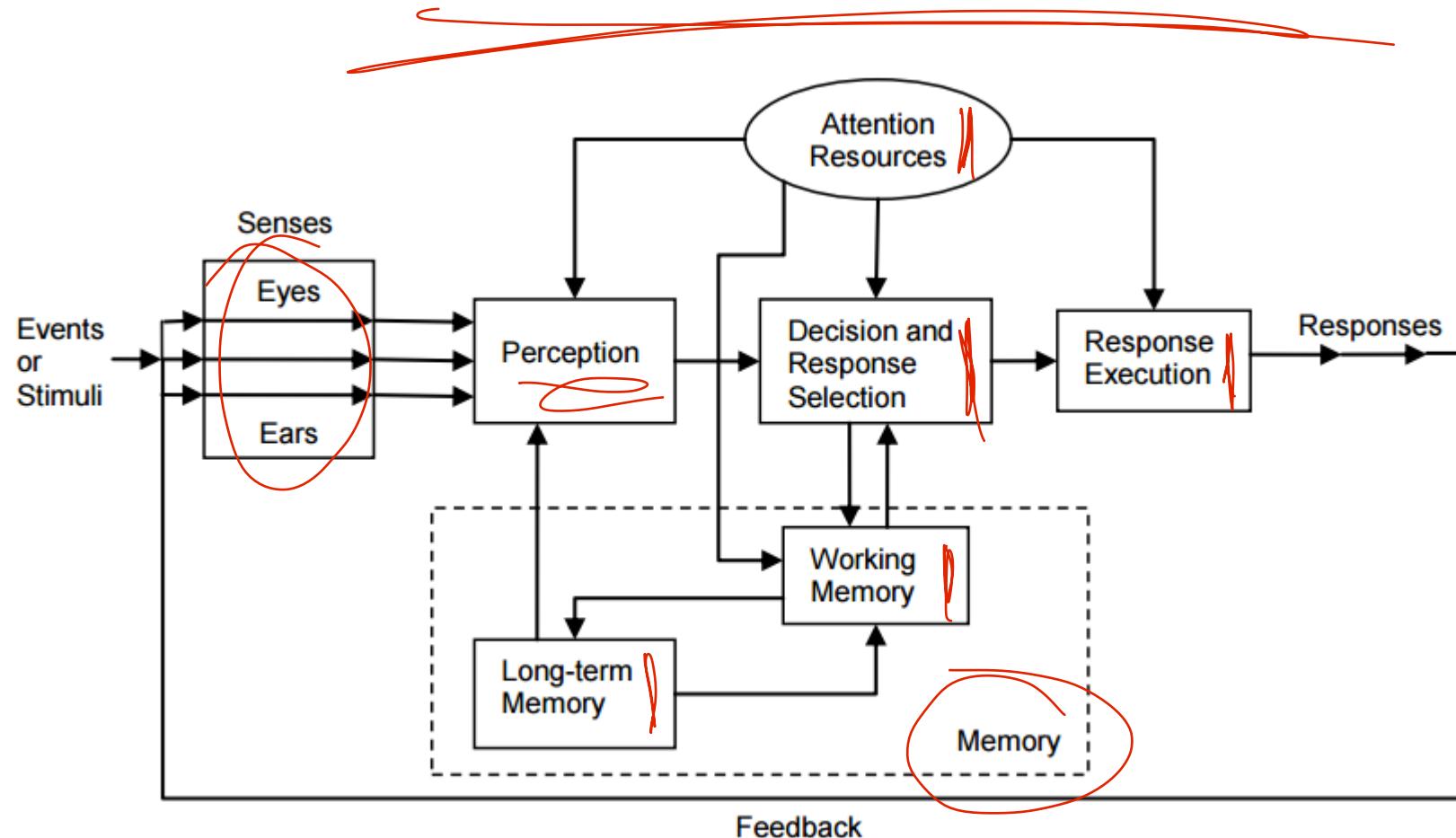
- **Modell**, nach dem die Wahrnehmung auf einer Verarbeitung von Informationen (=Reizen) beruht, dass aber nicht alle Informationen verarbeitet werden können (wegen einer **begrenzten Kapazität des Kurzzeitgedächtnisses**). Die **Auswahl** der zu verarbeitenden Informationen wird gesteuert durch die **Aufmerksamkeit**. Dabei wird unterschieden zwischen selektiver, gerichteter und geteilter Aufmerksamkeit.
- **Metapher für die Aufmerksamkeit:** **Suchscheinwerfer** (searchlight), der bestimmte Teile der Umgebung erhellt und andere im Dunkeln lässt. Das Schwenken des Scheinwerfers entspricht dem Wechsel der Richtung der Aufmerksamkeit, die Hand, die den Scheinwerfer lenkt, der Software, die dieses Umschalten vornimmt.

注意力 - 感知 - 工作量

- 根据该模型，感知基于对信息（=刺激）的处理，但并非所有信息都能被处理（由于短时记忆的容量有限）。选择要处理的信息是由注意力控制的。注意力分为选择性注意、定向注意和分散注意。

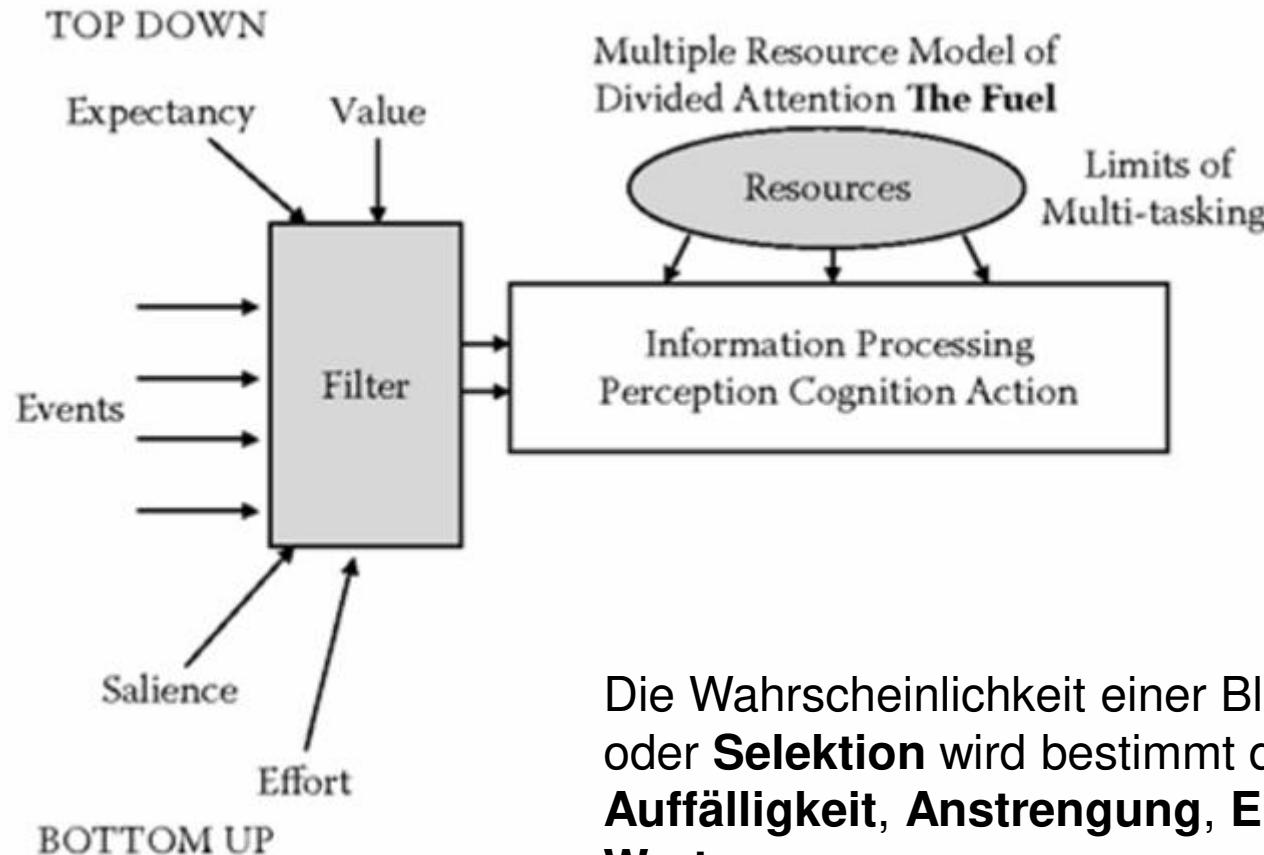
- 注意力的比喻：探照灯，它照亮环境的某些部分，而让其他部分处于黑暗之中。旋转探照灯相当于改变注意的方向，指挥探照灯的手相当于执行这种切换的软件。 (Wickens, 1984)

# Modell der Informationsverarbeitung des Menschen



Quelle: Wickens, C. & Carswell, C. (2006). Information Processing. In G. Salvendy (Hrsg.), Handbook of Human Factors and Ergonomics (S. 111-149). Hoboken: John Wiley.

# Selektive Aufmerksamkeit: SEEV-Modell



Die Wahrscheinlichkeit einer Blickzuwendung oder **Selektion** wird bestimmt durch **Auffälligkeit, Anstrengung, Erwartung und Wert**

注视或选择的可能性取决于显眼程度、努力程度、期望值和价值

# Aufmerksamkeit – Wahrnehmung – Workload (3)

## Ressourcen-Metapher:

Zusammenhang mit verschiedenen gleichzeitigen Aufgaben. Danach gibt es nur eine **begrenzte Menge an Aufmerksamkeit** (Ressourcen), die auf die Aufgaben verteilt werden kann. (Sie betont die Teilbarkeit der Aufmerksamkeit.) Bei Verwendung verschiedener Ressourcen könnte das time-sharing erfolgreicher sein.

## Time-sharing:

Verschiedene Aufgaben können gleichzeitig bewältigt werden, wenn sie verschiedene Ressourcen benötigen – und in Abhängigkeit von der Schwierigkeit der Aufgabe.

资源隐喻：

各种任务同时进行的情境。据此，可分配给任务的注意力（资源）是有限的（强调了注意力的可分性）。(如果使用不同的资源，时间共享会更成功。

时间共享：

如果需要不同的资源，不同的任务可以同时完成，这取决于任务的难度。

## Aufmerksamkeit – Wahrnehmung – Workload (4)

Durch Automatisierung einer Handlung und Übung kann die Menge an benötigten Ressourcen verringert werden (vgl. auch Rasmussen).

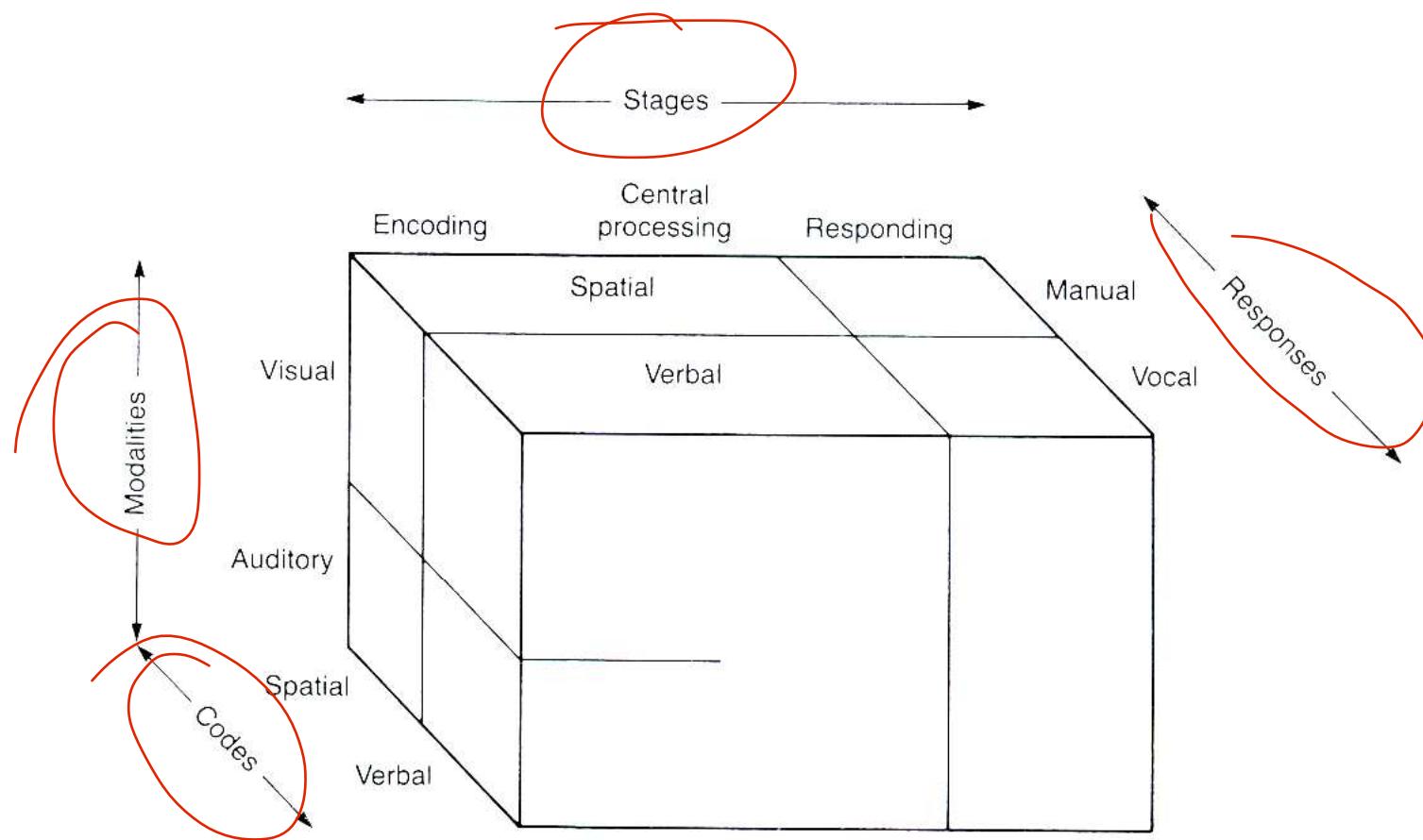
Wickens vertritt die **Multiple Resource Theory**, nach der es verschiedene "pools" an Ressourcen gibt (wenn verschiedene *pools* beansprucht werden, ist time-sharing eher möglich).

Diese *pools* liegen auf verschiedenen Dimensionen: frühes vs. spätes Processing, akustischer vs. visueller vs. taktiler Kanal (engl. *modalities*); räumlich vs. verbaler Code (vgl. Abb. 8.7, auch auf Folie)

通过自动化操作和实践，可以减少所需的资源量（另见 Rasmussen）。

威肯斯主张多资源理论，认为存在不同的资源 "池"（如果利用不同的资源池，分时工作就更有可能）。

这些 "资源库" 位于不同的维度：早期处理与晚期处理、声学通道与视觉通道与触觉通道（模式）、空间代码与语言代码（见图 8.7，也在幻灯片上）



**Figure 8.7** The proposed structure of processing resources. From “Processing Resources in Attention” by C. D. Wickens, in press, in R. Parasuraman and R. Davies (Eds.), *Varieties of Attention*, New York: Academic Press. Reproduced by permission.

(Wickens, 1984 )

- 唤醒对于控制意识、注意力和信息处理非常重要

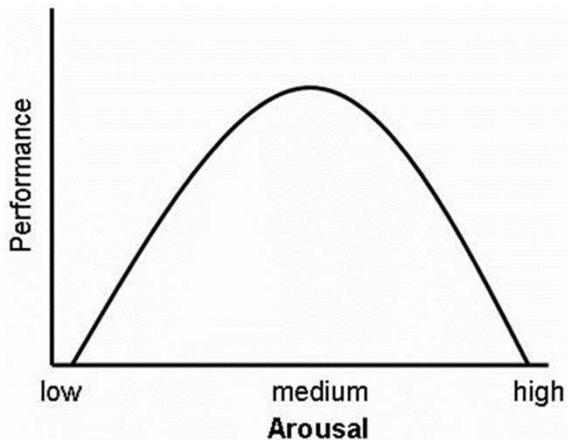
- "我们的动机旨在保持最佳的、大概是中等的激活水平"。

- "如果你被激活的程度过高或过低，你就会主动改变自己的处境，直到激活程度恢复到正常范围"。

# Arousal

Hypothese:

„Entlastung auf Autobahnen“



Yerkes-Dodson-Law (1908):  
Leistungsfähigkeit über arousal

## Arousal – Aktivierung, Erregung

- Arousal ist wichtig für die Steuerung des Bewusstseins, der Aufmerksamkeit und der Informationsverarbeitung
- “Unsere Motivation ziele darauf ab, ein optimales, vermutlich mittleres Aktivierungsniveau aufrechtzuerhalten.“
- “Wenn man zu stark oder zu wenig aktiviert ist, wird man dazu motiviert, seine Situation zu verändern, bis das Aktivierungsniveau in der normalen Bereich zurückkehrt.”

nach Bourne, Ekstrand. Einführung in die Psychologie, 2001.

## 8.8 Folgen durch FAS / Automation

## Durch Abkopplung des Nutzers entstehen versch. Probleme

### 8.8.1 Fehlendes Situationsbewusstsein

- Vigilanz
- Systemverständnis
- Cognitive Capture
- Mode Awareness / Confusion

断开用户连接会导致各种问题。问题

#### 8.8.1 缺乏态势感知

- 警惕性
- 对系统的了解
- 认知捕捉
- 模式识别/混淆

### 8.8.2 Kompetenz-/Fertigkeitsverlust

- Verlust von Regelfertigkeiten
- Verlust von wissensbasierten Fertigkeiten

#### 8.8.2 能力/技能丧失

- 失去控制技能
- 丧失以知识为基础的技能

### 8.8.3 Übermäßiges Vertrauen (Trust)

- Zu hohes Vertrauen
- Risikokompensation
- Missbrauch

#### 8.8.3 过度信任

- 过度信任
- 风险补偿
- 滥用

## 8.8.1 Fehlendes Situationsbewusstsein

"态势感知是对时间和空间范围内环境因素的感知、对其含义的理解以及对其近期状态的预测" (Endsley, 1988 年)。

航空中的 3 种态势感知 (Wickens, 1996 年) :

- 地理方位: 机组人员对空间位置和方位的了解, 以及对空域内其他物体或事件 (如交通流量、天气、敌人) 的了解;

- 系统意识: 机组人员对系统当前和未来技术状态的了解, 以及对系统在何种情况下如何反应的了解。

- 任务意识: 哪些目标必须由谁来实现?

# Situationsbewusstsein

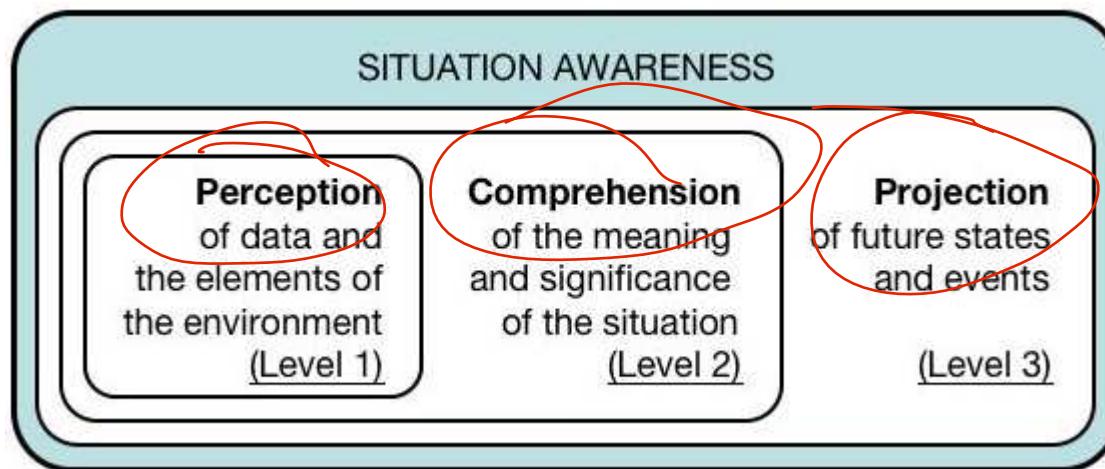
## Definition:

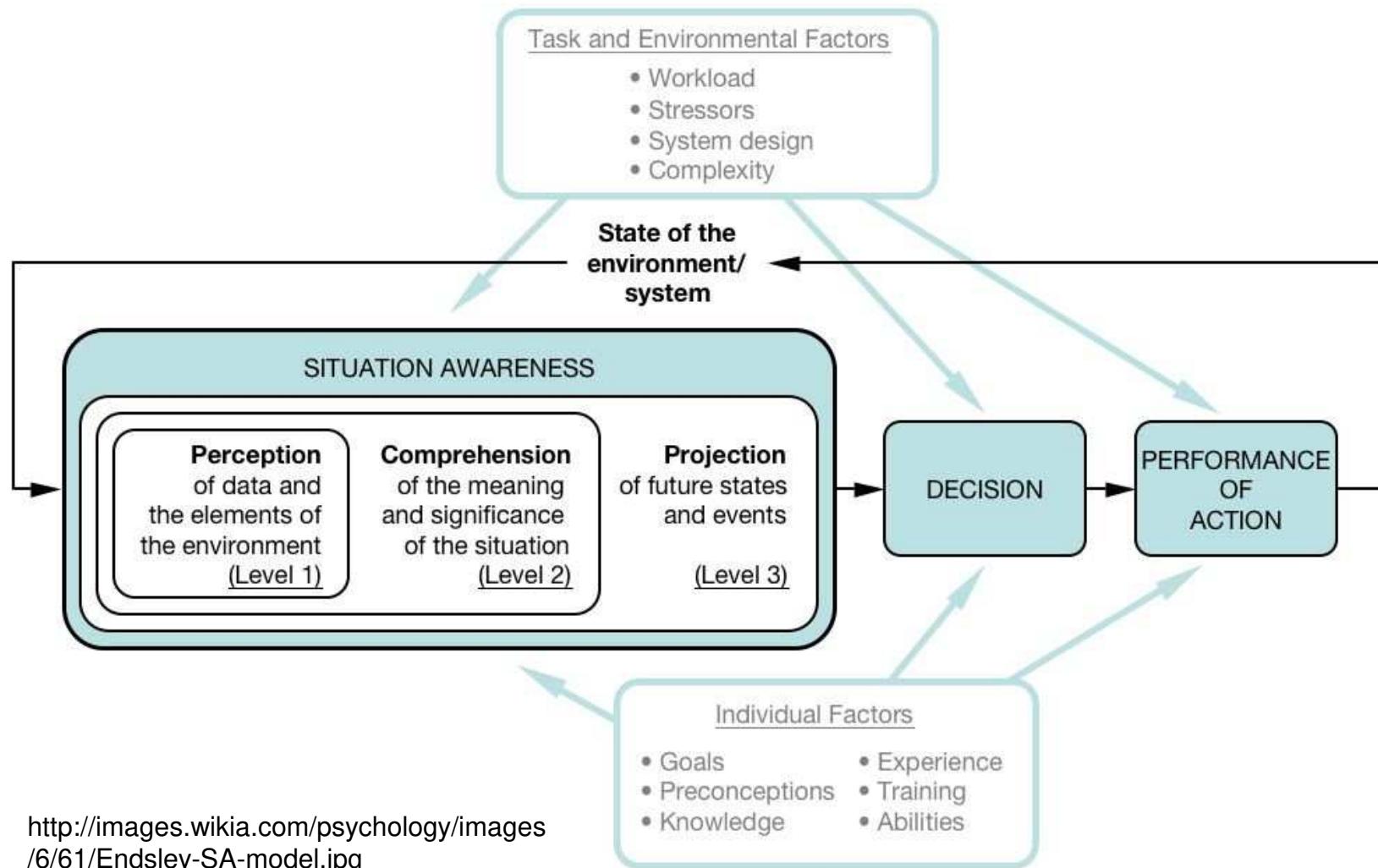
„Situation awareness is the perception of the elements in the environment within volume of time and space, the comprehension of their meaning and the projection of their status in the near future“ (Endsley, 1988).

3 Arten von Situationsbewusstsein in der Luftfahrt (Wickens, 1996):

- Geographische Orientierung: Wissen der Crew über Lage und Orientierung im Raum und Wissen bezogen auf andere Objekte oder Geschehnisse im Luftraum (z.B. Verkehrsaufkommen, Wetter, Feinde);
- Systembewusstsein: Wissen der Crew über den gegenwärtigen und zukünftigen technischen Stand des Systems und die Kenntnis darüber, wie das System in welcher Situation reagiert.
- Aufgabenbewusstsein: Welche Ziele müssen von wem in welcher Reihenfolge erreicht werden?

# Situationsbewusstsein





## Das Konzept lässt offen

- Ob es sich um eine Messgröße, einen Prozess oder ein Konstrukt handelt
  - Die Messung erfolgt posthoc  
ging es schief – hat es an der SA gemangelt
  - Eine online-Messung oder Prognose ist schwierig bis unmöglich
  - Viele Einzelaspekte der SA können durch einfachere/transparentere Modelle erklärt werden:
    - Wahrnehmungstheorie
    - Aufmerksamkeitstheorien
    - Gedächtnis- und Entscheidungstheorien
- 这一概念留下了
- 它是一个测量变量、一个过程还是一个构型
  - 测量是事后进行的，它出了问题--缺乏 SA
  - 难以或无法进行在线测量或预测
  - SA 的许多个别方面可以用更简单/透明的模型来解释：
  - 感知理论
  - 注意理论
  - 记忆和决策理论

警觉性是指在较长时间内准确感知稀有刺激并做出反应的能力（持续注意力）。

(Buld 等人, 2004 年)

警觉性的测量：

- 通过脑电图中的 $\alpha$ 活动进行估计
- 频率范围在 6.5-13 Hz 的高振幅通常与闭眼和放松状态有关。
- $\alpha$ 活动增加 -> 警惕性降低

## Vigilanz

Unter Vigilanz versteht man die Fähigkeit zur genauen Wahrnehmung und Reaktionsbereitschaft auf seltene Reize über einen längeren Zeitraum hinweg (Daueraufmerksamkeit).

(Buld et al., 2004)

Messung der Vigilanz:

- Abschätzung über die Alpha-Aktivität im EEG
- Hohe Amplituden im Frequenzbereich 6,5-13 Hz werden üblicherweise mit geschlossenen Augen und einem entspannten Zustand in Verbindung gebracht.
- Zunahme der Alpha-Aktivität -> abnehmende Vigilanz

# Mode Awareness / Confusion

Mode Awareness (nach Monk, 1995):

1. Generelles Bewusstsein über Automationsmodi und deren Konsequenzen
2. Bewusstsein über momentanen Zustand des Systems

Mode Confusion/Error:

Der Nutzer verliert die Übersicht, in welchem Modus sich die Maschine gerade befindet (Sarter & Woods, 1995).

模式意识/混淆

模式意识 (Monk, 1995 年) :

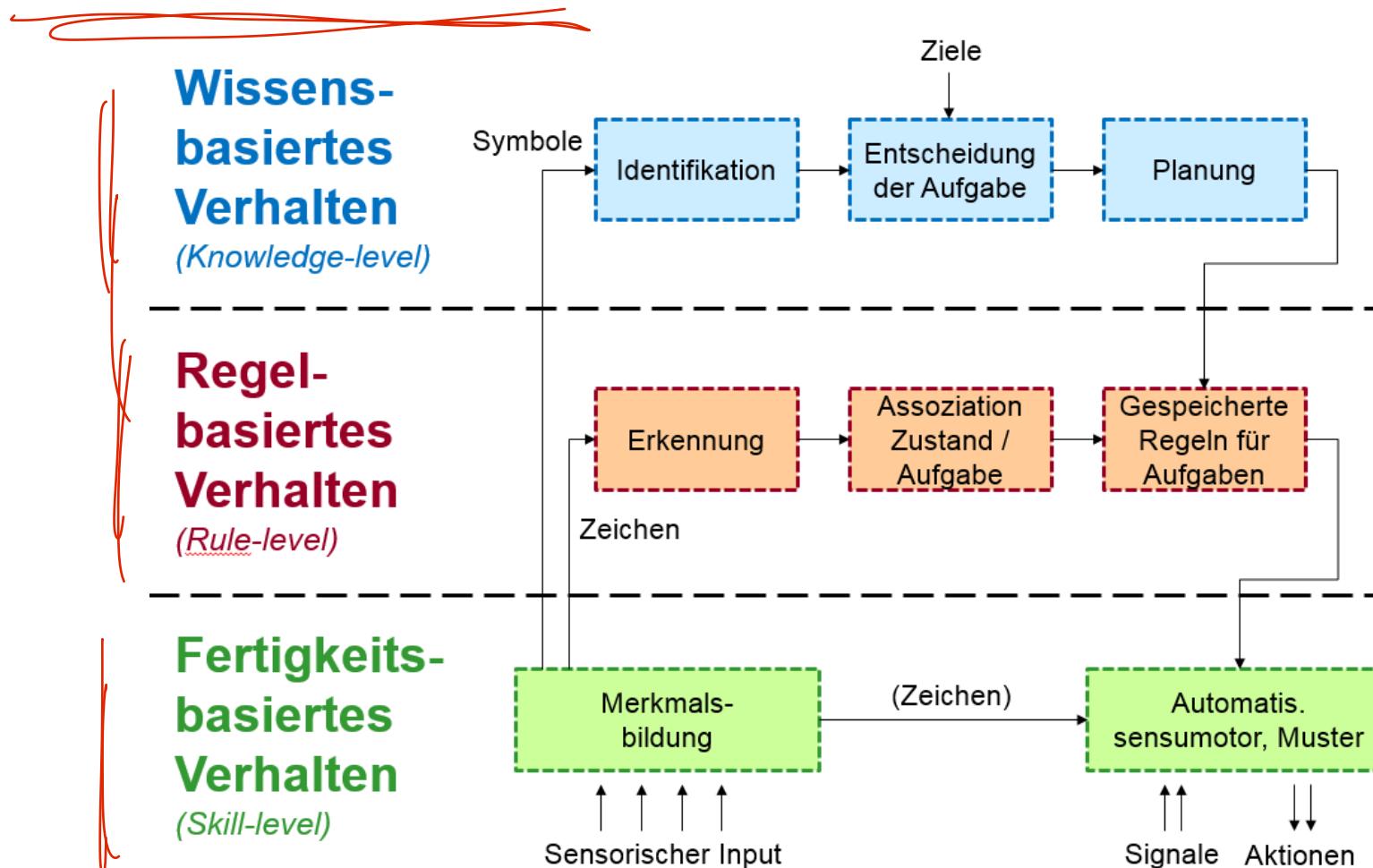
1. 对自动化模式及其后果的总体认识
2. 对系统当前状态的认识

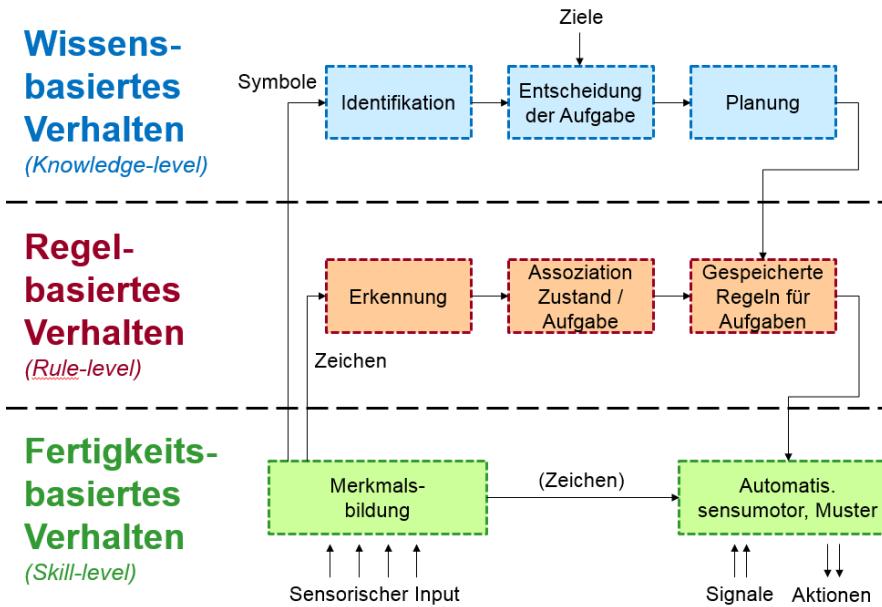
模式混淆/错误:

用户不知道机器当前处于哪种模式 (Sarter & Woods, 1995)。

## 8.8.2 Kompetenz-/Fertigkeitsverlust

## Drei-Ebenen-Modell (nach Rasmussen, 1983)

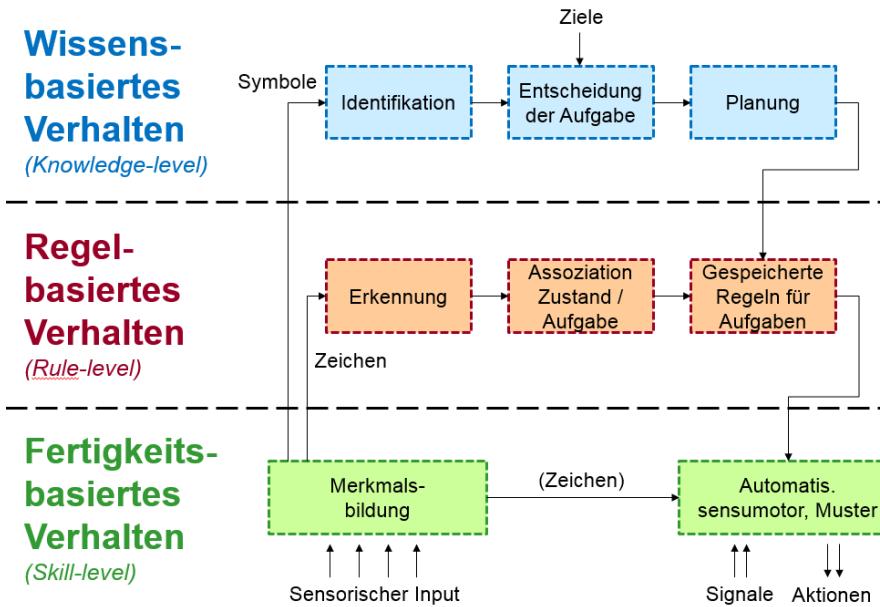




## Drei-Ebenen-Modell

### Fertigkeitsbasiertes Verhalten:

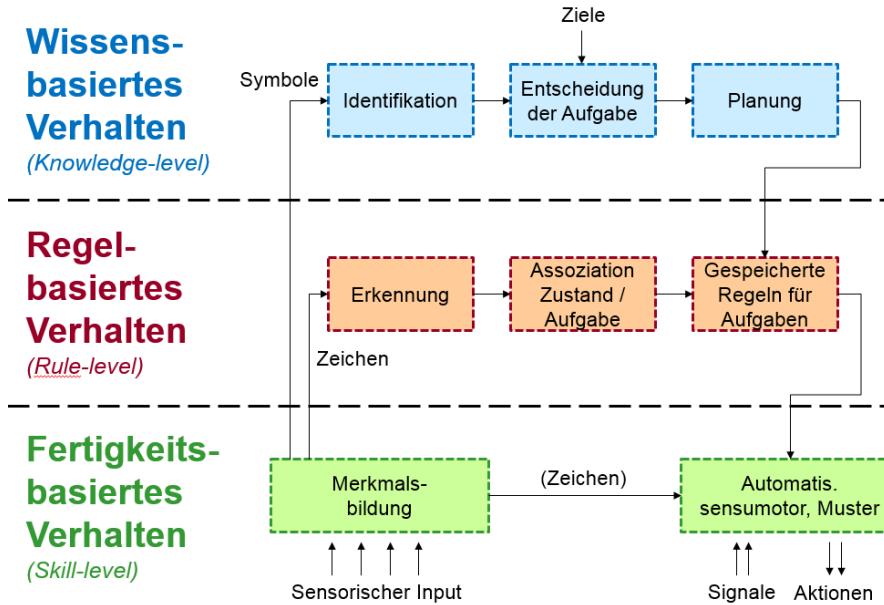
- Reaktion auf Signale (Stimulus-Response)
- ohne bewusste Steuerung, geringe bis keine Interpretationsleistung
- Verhalten basiert auf Steuerungen (im Gegensatz zu Regelungen)
- hochtrainiertes oder angeborenes Verhalten, extrem hohe Expertise des Nutzers
- geringer Bedarf an Aufmerksamkeitsressourcen
- Fehler aufgrund Variabilität, fehlgeleiteter Aufmerksamkeit oder Unterbrechungen



## Drei-Ebenen-Modell

### Regelbasiertes Verhalten:

- automatische Reaktion auf bedeutungsvolle Informationen (signs/Zeichen)
- Einsatz abgespeicherter Regeln in vertrauten Situationen
- Regeln werden durch Erfahrung erworben oder aus anderen Regeln abgeleitet.
- Situation muss zunächst als „bekannt“ oder „vertraut“ klassifiziert werden.
- Regeln werden auf einfache Weise - etwa als wenn-dann-Regeln - formuliert.
- Bindung von Aufmerksamkeitsressourcen
- Fehler aufgrund von Fehlinterpretationen, Anwendung falscher Regeln



## Drei-Ebenen-Modell

### Wissensbasiertes Verhalten:

- Analytisches Vorgehen in neuartigen Situation auf Basis von Erfahrung
- Verarbeitung bedeutungsvoller Symbole (meaningful symbols)
- Unbekannte Situation → keine Regeln verfügbar
- Pläne werden entwickelt, um die eigenen Ziele zu erreichen („problem solving“)
- der günstigste Plan wird ausgewählt, dazu wird das Mensch-Maschine-System explizit repräsentiert.
- Hohe Ressourcenbindung, kritisch unter Echtzeitbedingungen (Fahrertraining!)
- Fehler aufgrund begrenzter Ressourcen

# Signale

描述环境中动态空间排列的时空变量

- räumlich-zeitliche Variablen, die eine dynamische räumliche Anordnung in der Umgebung beschreiben

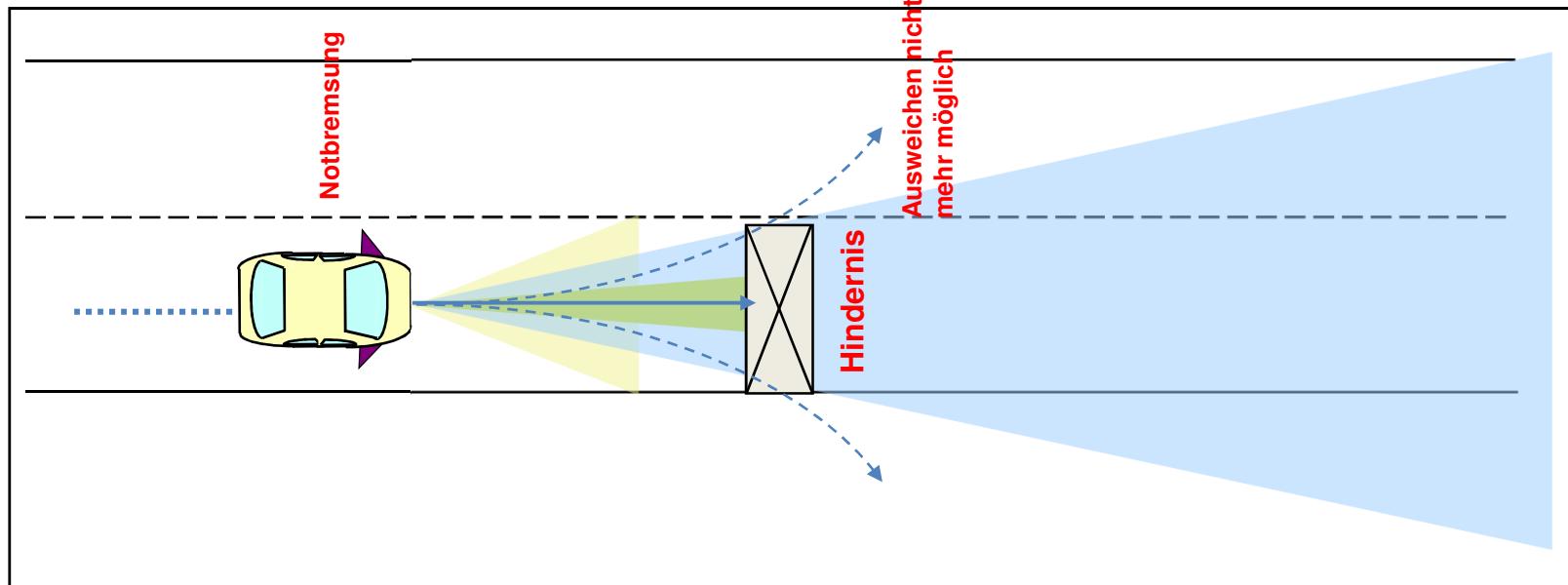


### 标志

- 表示与某些行动规则相关联的环境状态
- 与环境中的某些特征相关联
- 不能直接转化为行动，但能激活储存的行为模式

## Zeichen

- indizieren einen Zustand in der Umgebung, mit dem bestimmte Regeln zur Handlung verbunden sind
- mit bestimmten Merkmalen in der Umgebung verbunden
- können nicht direkt in Handlung umgesetzt werden, sondern aktivieren gespeicherte Verhaltensmuster



# Zeichen

- indizieren einen Zustand in der Umgebung, mit dem bestimmte Regeln zur Handlung verbunden sind
- mit bestimmten Merkmalen in der Umgebung verbunden
- können nicht direkt in Handlung umgesetzt werden, sondern aktivieren gespeicherte Verhaltensmuster

标志

- 表示与某些行动规则相关联的环境状态
- 与环境中的某些特征相关联
- 不能直接转化为行动，但能激活储存的行为模式

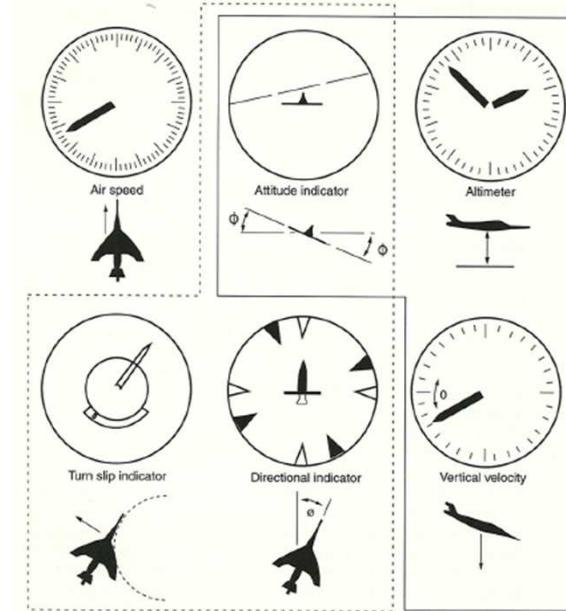


# Zeichen

- indizieren einen Zustand in der Umgebung
- mit dem Zustand sind bestimmte Regeln zur Handlung verbunden.
- sind mit bestimmten Merkmalen in der Umgebung verbunden.
- können nicht direkt in Handlung umgesetzt werden; sie aktivieren gespeicherte Verhaltensmuster.

标志

- 表示环境状况
- 某些行动规则与该状态相关联。
- 与环境中的某些特征相关联。
- 不能直接转化为行动；它们激活储存的行为模式。



**FIGURE 8.7**

Conventional aircraft instrument panel. The attitude directional indicator is in the top center. The outlines surround displays that are related in the control of the vertical (solid box) and lateral (dashed box) position of the aircraft. Note that each outline surrounds physically proximate displays.

Quelle: Human Factors Engineering  
Wickens et al.

# Symbole

代表其他信息

- 符号是一种抽象的  
结构，具有一定的含  
义。

- Repräsentieren andere Informationen
- Symbole sind abstrakte Konstruktionen, mit der eine Bedeutung konnotiert wird.



## Verlust von Regelfertigkeiten

Durch häufige Automatisierte Fahrmanöver verlernt der Fahrer die manuelle Fähigkeit zum Ausführen dieser Tätigkeit (bspw. Parkassistent).

## Verlust von wissensbasierten Fähigkeiten

Durch eine ausschließliche Nutzung von Navigationssystemen kann einer Fahrer mit der Zeit verlernen sich nur mit Hilfe einer Karte in einer fremden Umgebung zurecht zu finden.

失去控制技能

由于频繁的自动驾驶操作，驾驶员失去了手动操作的能力（如泊车辅助）。

知识技能的丧失

如果只使用导航系统，随着时间的推移，驾驶员可能无法学会如何仅凭地图在陌生的环境中找到方向。

## 8.8.3 Übermäßiges Vertrauen (Trust)



## Zu hohes Vertrauen

Zu großes Vertrauen in ein System (bspw. ACC) führt dazu, dass bei einem Fehler (Vorderfahrzeug nicht erkannt) die Situation zu spät erfasst wird.

## Nachlässigkeit

Der Fahrer verlässt sich auf eine gewisse Funktion wodurch ein Fahrmanöver kritisch werden kann.

过于信任

对系统（如自动驾驶辅助系统）过于信任，会导致在发生错误（未识别前方车辆）时，来不及识别情况。

疏忽大意

驾驶员对某项功能的依赖可能会导致驾驶动作变得至关重要。

运动型驾驶员在转弯和制动时（如防抱死制动系统）会得到支持，因此驾驶风险更大。

驾驶员对系统的使用超出了其预期功能。例如：ACC+车道保持辅助系统作为免提自动驾驶绕过动手检测。

## Risikokompensation

Ein sportlicher Fahrer fährt deutlich riskanter, da er in Kurven und beim Bremsen unterstützt wird (bspw. durch ABS).

## Missbrauch

Der Fahrer nutzt ein System über dessen Funktion hinaus aus.

Beispiel: ACC + Lane Keeping Assistant als freihändige Automation

Umgehen der Hands-On-Detection.

Lindberg (2012)



<http://www.businessinsider.de/warum-sich-tesla-fahrer-eine-orange-unter-das-lenkrad-klemmen-2018-1>

## 8.9 Beispiel: Auswirkungen von Assistenz und Teilautomation

研究过程:

不同辅助策略下的模拟驾驶

- 声音反馈 (作为边缘警告系统的指甲带响声)

- ACC (作为行动替代纵向引导系统)

- 自动驾驶仪的最小版本 (ACC 加 HC)



# Wirkung der Teilautomatisierung auf den Menschen

结果

## Beispiel LDW, ACC, ACC+HC (Buld et al., 2005)

- 自动驾驶仪具有显著的跟随效果 (再现前方车辆的驾驶误差)

- 不在辅助系统监控范围内的干扰处理效果较差

- 对制动灯的反应良好 (即减少对监控 ACC 的某些提示的反应)

### Untersuchungsverlauf:

Simulatorfahrten unter verschiedenen Assistenzstrategien

- Akustische Rückmeldung (Nagelbandrattern als informierendes Randwarnsystem)
- ACC (als handlungersetzendes System der Längsführung)
- Minimalversion eines Autopiloten (ACC plus HC)

### Ergebnisse:

- Deutliche Mitzieheffekte beim ACC (Reproduktion der Fahrfehler des Vordermanns)
- Störungen, die nicht in den Überwachungsbereich des Assistenzsystems fallen, werden schlechter gemeistert
- Gute Reaktion auf Bremslichter (d.h. Reduktion auf bestimmte Hinweisreize zur Überwachung des ACC)

# Zusammenfassung der Ergebnisse (Buld et al, 2005)

## Vergleich von ersetzender und warnender Assistenz

<b>Wirkung von ersetzender Assistenz</b>	<b>Wirkung von warnender Assistenz</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Reduktion der Aufmerksamkeit, Rückzug aus der unterstützten Fahraufgabe</li><li>• keine Kompensation in anderen Aufgabenbereichen</li><li>• Übergang ins Überwachen: Zentrierung der Aufmerksamkeit auf wenige cues, die zum Überwachen des Systems notwendig sind (Positiv, wenn die Gefahr aus diesen Cues kommt)</li><li>• Neigung zur Beschäftigung mit Nebenaufgaben</li><li>• Verringertes Situationsbewusstsein für nicht überwachungsrelevante Reize</li><li>• Konservatismus, Vermeiden der Systemabschaltung</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Erhalt der motorischen Ausführung, Verbleiben im Controlling</li><li>• Steigerung der Aufmerksamkeit, Vermeidung der (lästigen) Systemwarnung durch Konzentration auf fahrstreifenrelevante cues</li><li>• Kaum Neigung zu Nebenaufgaben</li><li>• Teilweise Vernachlässigung von cues zur Längsführung</li><li>• Höhere Beanspruchung des Fahrers</li></ul>

# Fahrerverhalten und Workload im Tesla Model S

(Stapel et al., 2017)

## Untersuchungsverlauf:

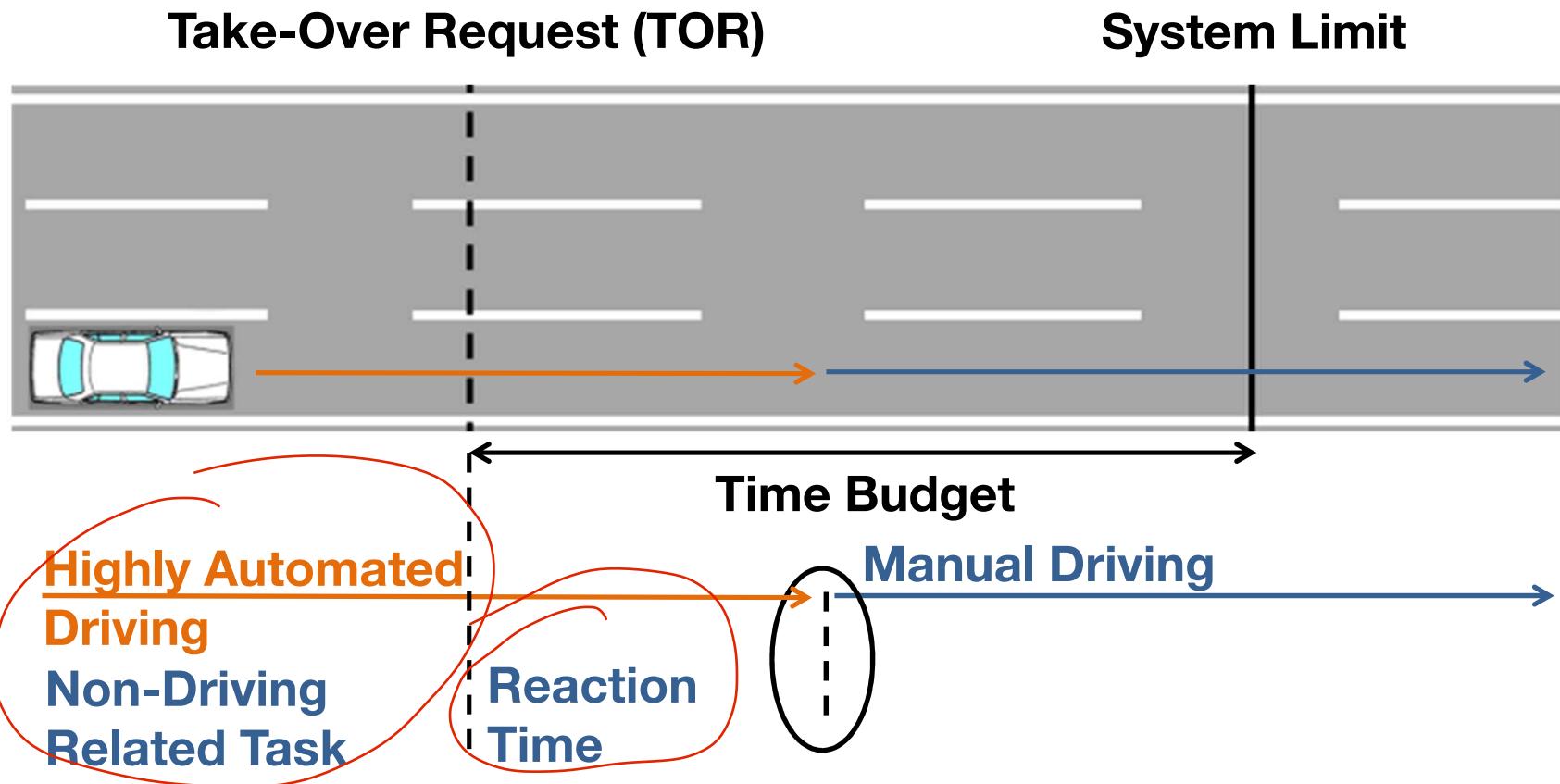
- Realfahrten, Tesla Model S mit „Autopilot“ (Level 2, teilautomatisiert)
- Vorerfahrung: Tesla-Besitzer vs. automationsunerfahrene Nutzer
- Umgebung: monotone vs. fordernde Autobahnfahrt (Verkehrsdichte)
- Automation: ohne vs. mit Tesla „Autopilot“
- Erfassung von Workload: subjektiv (NASA TLX) & objektiv (auditory DRT)

## Ergebnisse:

- Umgebung: Subjektiver und objektiver Workload steigt mit der Verkehrsdichte, sowohl mit, als auch ohne „Autopilot“
- Automation: Nutzung des „Autopiloten“ verringert subjektiven Workload in beiden Umgebungen, aber nur für erfahrene Benutzer und nicht für objektiven Workload  
→ Aufmerksames Beobachten kann vergleichbar fordernd wie manuelles Fahren sein

## **8.10 Herausforderungen beim (hoch-)automatisierten Fahren**

# Übernahme beim Hochautomatisierten Fahren (Level 3)



Gold (2016)

# HMI-Entwicklungen



AdaptIVe



HFAuto



Audi



AdaptIVe

# Fahrfremde Tätigkeiten



Arbeiten



Zeitung lesen

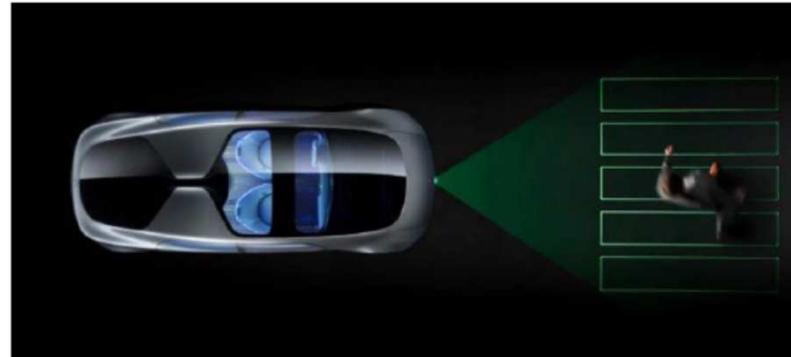


Dösen



Videos schauen

# Externe HMI-Konzepte



[https://www.youtube.com/watch?v=\\_cVN1yMjgWs](https://www.youtube.com/watch?v=_cVN1yMjgWs)



<https://www.youtube.com/watch?v=9zZ2h2MRCe0>

# Kontrollfragen

- Was wird unter *Ironies of Automation* verstanden?
- Wodurch wird die Wahrscheinlichkeit einer Blickzuwendung bestimmt?
- Was besagt die Multiple-Resource-Theory?
- Was sind negative Effekte von Automation ( $\rightarrow$ Abkopplung des Nutzers) und wie kann diesen begegnet werden?

## 控制问题

- 什么叫自动化的讽刺?
- 眼球运动的概率由什么决定?
- 多重资源理论是什么意思?
- 自动化有哪些负面影响（与用户脱节），如何应对?

# Literatur

- Bainbridge, L. (1983):** „Ironies of Automation“, *Automatica* 19/6, 775-779
- Bengler, K.; Götze, M.; Pfannmüller, L.; Zaindl, A. (2015):** To See or not to See - Innovative Display Technologies as Enablers for Ergonomic Cockpit Concepts. Electronic Displays Conference 2015. Nuremberg, Germany.
- Bubb, H. (2003):** Persönliche Kommunikation, Ingolstadt.
- Bubb, H.; Bengler, K.; Grünen, R. E.; & Vollrath, M. (2015):** Automobilergonomie. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Buld, S; Tietze, H.; Krüger, H.-P:** Auswirkung von Teilautomation auf das Fahren, in Maurer, M.; Stiller, C., Fahrerassistenzsysteme mit maschineller Wahrnehmung, Springer, (im Druck).
- Donges, E.; Naab, K. (1996):** Regelsysteme zur Fahrzeugführung und -stabilisierung in der Automobiltechnik, at - Automatisierungstechnik 44 Bd. 5, S 226 - 236.
- Endsley, M.R. (1988):** Situation Awareness Global Assessment Technique (SAGAT). In: Paper presented at the National Aerospace and Electronics Conference. Dayton, OH.
- Gold, C.G. (2016):** Modeling of Take-Over Performance in Highly Automated Vehicle Guidance. Dissertation. Technische Universität München, München. Lehrstuhl für Ergonomie. Online verfügbar unter <http://mediatum.ub.tum.de? id=1296132>.
- Kopf, M. (1997):** „Vorschlag eines Entwurfs- und Bewertungsschemas für aus Nutzersicht konsistente Assistenzsysteme“, 2. Berliner Werkstatt Mensch-Maschine-Systeme, 7.-9.10.1997.
- Kopf, M. (2002):** Persönliche Kommunikation, Walting.

**Kraiss, K.-F. (1998):** Benutzergerechte Automatisierung - Grundlagen und Realisierungskonzepte, at - Automatisierungstechnik 46 Band 10, S. 457 - 467.

**Maier, F. (2014):** Wirkpotentiale moderner Fahrerassistenzsysteme und Aspekte ihrer Relevanz für die Fahrausbildung. Dissertation. TU München.

**Rasmussen, J. (1983):** Skills, Rules, an Knowledge; Signals, Signs and Symbols, and Other Distinctions in Human Performance Models. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Bd. 13, Nr. 3: S. 257-266.

**Stapel, J., Mullakkal-Babu, F. & Happee, R. (2017):** Driver Behavior and Workload in an On-road Automated Vehicle. In Road Safety and Simulation International Conference (RSS2017) .

**Trübwetter, N.M. (2015):** Akzeptanzkriterien und Nutzungsbarrieren älterer Autofahrer im Umgang mit Fahrerassistenzsystemen. Dissertation. TU München.

**Wickens, C. D. (1984):** Engineering Psychology and Human Performance, Columbus, Ohio (Bell & Howell), Kapitel 7,8.

**Wickens, C. D. (1996):** Attention and Situation Awareness. A NATO AGARD Workshop, University of Illinois.

**Winner, H. (2012):** ATZ-MTZ-Fachbuch. Handbuch Fahrerassistenzsysteme: Grundlagen, Komponenten und Systeme für aktive Sicherheit und Komfort ; mit 45 Tabellen (2., korrigierte Aufl.). Wiesbaden: Vieweg + Teubner

**und unter Verwendung von Materialien der Vorlesung Fahrerassistenz (Prof. Maurer)**