

A photograph of a person in a cockpit simulator, viewed from the side. The person is wearing a light-colored shirt and is seated at a control panel with multiple monitors. A large projection screen in the background displays a simulated landscape.

Pilot-in-the-Loop

Auf dem Weg zum „artificial co-pilot“ im Automobil

Aktive Sicherheit durch Fahrerassistenz
Garching, 4. April 2006

Norbert Neuendorf, Dr. René Knorr, Kai Kulp, Andreas Lenz

A close-up photograph of a man with short hair, wearing a dark jacket, sitting in the driver's seat of a car. He is looking forward with a focused expression. The car's interior and the road ahead are visible in a blue-tinted, slightly blurred background.

ESG

Elektroniksystem- und Logistik-GmbH
Einsteinstr. 174, D-81675 München

- ▶ „Das System- und Softwarehaus ...
... für Entwicklungs- und Serviceprozesse softwareintensiver, komplexer, technologisch hochwertiger und sicherheitsrelevanter Produkte“
- ▶ Gegründet 1963 als „FEG Flug-Elektronik-Gesellschaft mbH“,
seit ca. 10 Jahren tätig in der Automobilbranche

Transfer von Methoden, Technologien und Prozessen



Luftfahrzeuge



Seefahrzeuge



Streitkräftelogistik



Automotive



Landfahrzeuge



IT &
Kommunikation



Gebrauchs- u.
Investitionsgüter



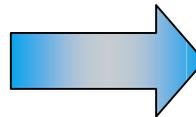
Tele-
kommunikation

- ▶ Entwicklungen in der Luftfahrt
- ▶ Entwicklungen im Automobilbereich
- ▶ Problemlösungen in der Luftfahrt
- ▶ Übertragbarkeit in den Automobilbereich

Entwicklungen in der Luftfahrt

Evolution des Verkehrsflugzeugcockpits in den letzten Jahrzehnten

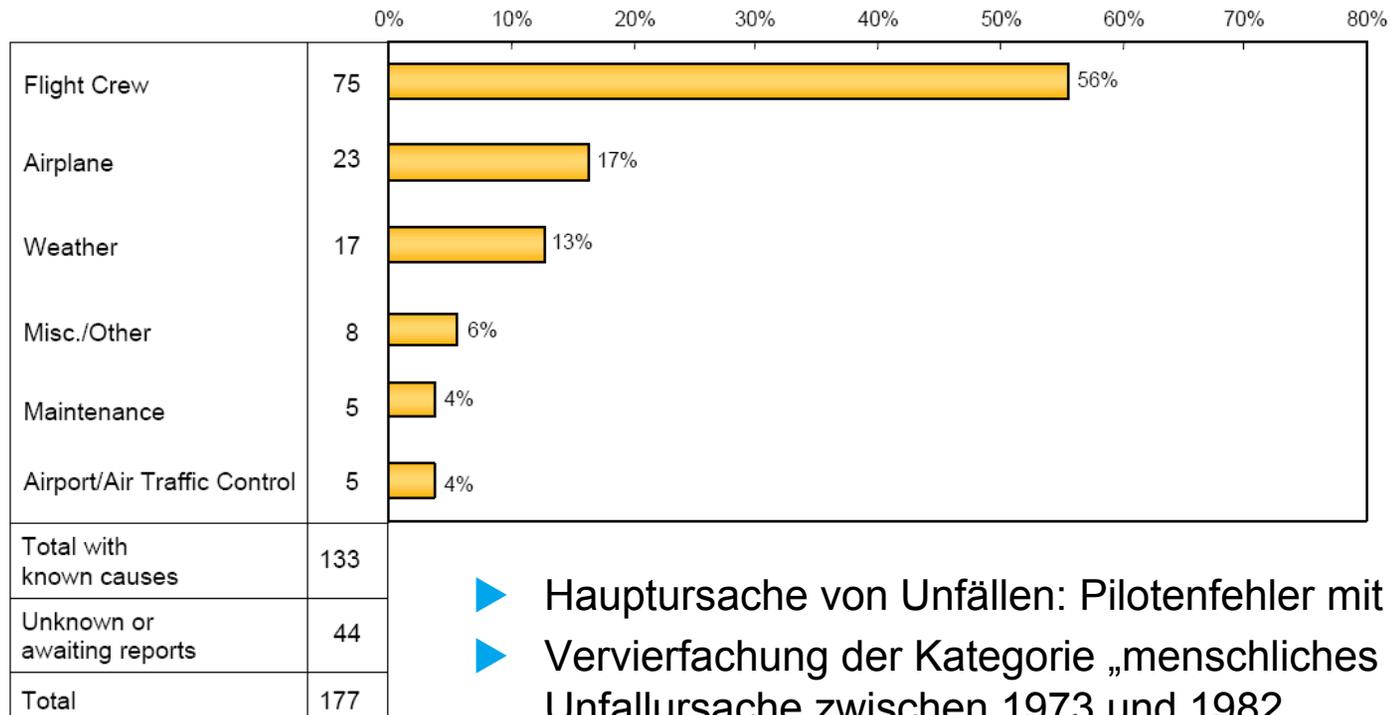
- ▶ Neue Möglichkeiten durch Entwicklungen in der Mikroelektronik und der Digitaltechnologie:
 - Einführung automatischer Flugführungssysteme (FMS, ATHR)
 - Einführung neuer Bedien- und Anzeigesysteme (EFIS, ECAM)
- ➔ Reduzierung von 4-Mann-Cockpit (60iger Jahre) auf 2-Mann-Cockpit (80iger Jahre)
- ➔ Gesteigerte Sicherheit
- ➔ Aber auch: Hohe Komplexität durch Anzahl und Kopplung automatischer Funktionen



Entwicklungen in der Luftfahrt

Unfallraten und -ursachen in der Zivilluftfahrt

- ▶ Starke Reduzierung der Unfallrate in der Verkehrsfluffahrt infolge
 - Technischer Verbesserungen (Flugzeugzelle, Triebwerke, ...)
 - Automatischer Systemfunktionen (FMS, Autopilot, TCAS, ...)



- ▶ Hauptursache von Unfällen: Pilotenfehler mit 56%
- ▶ Vervielfachung der Kategorie „menschliches Versagen“ als Unfallursache zwischen 1973 und 1982
- ▶ Hauptgrund: Komplexitätsanstieg mit Folge „Loss Of Situation Awareness“ (LOSA)

Entwicklungen in der Luftfahrt

Loss Of Situation Awareness (LOSA)



► Forderungen

- Aufmerksamkeit muss auf die dringlichste Aufgabe gerichtet ist
- System muss Verständnis der aktuellen Gesamtsituation unterstützen

Entwicklungen in der Luftfahrt

Probleme bei „Konventioneller Automatisierung“

Ursachen

- ▶ Steigende Systemkomplexität
- ▶ Steigende Situationskomplexität
- ▶ Mehr „Planning and Decision“-Aufgaben

Folgen

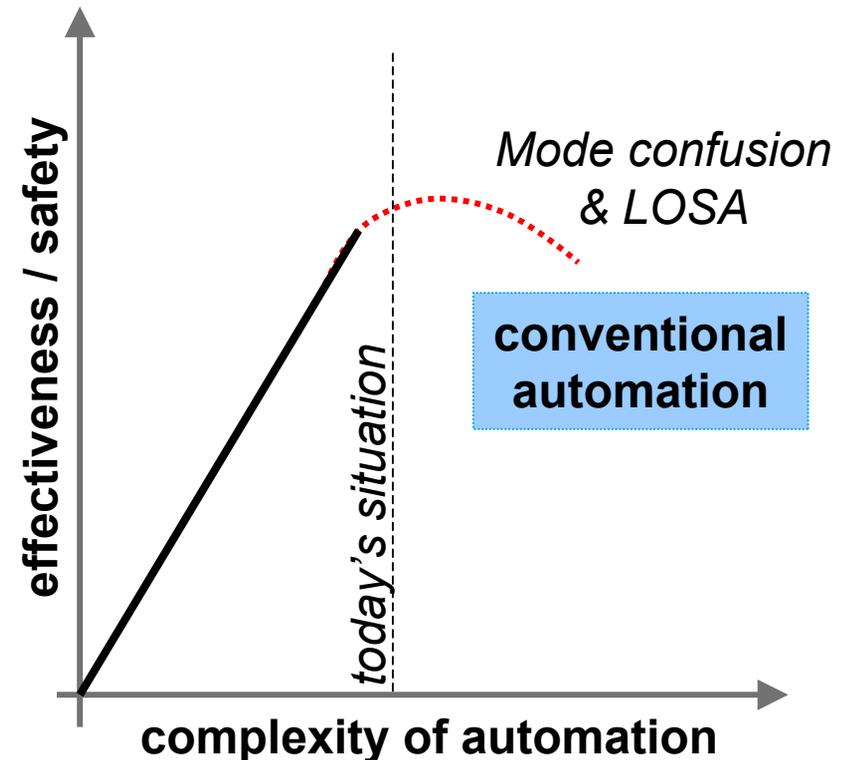
- ▶ Mehr Cockpitaufgaben pro Pilot
- ▶ Automatisierung von Teilaufgaben
- ▶ Viele Einzelsysteme

Nachteile

- ▶ Überautomatisierung
- ▶ Komplexität der Automatisierung
- ▶ „Mode confusion“

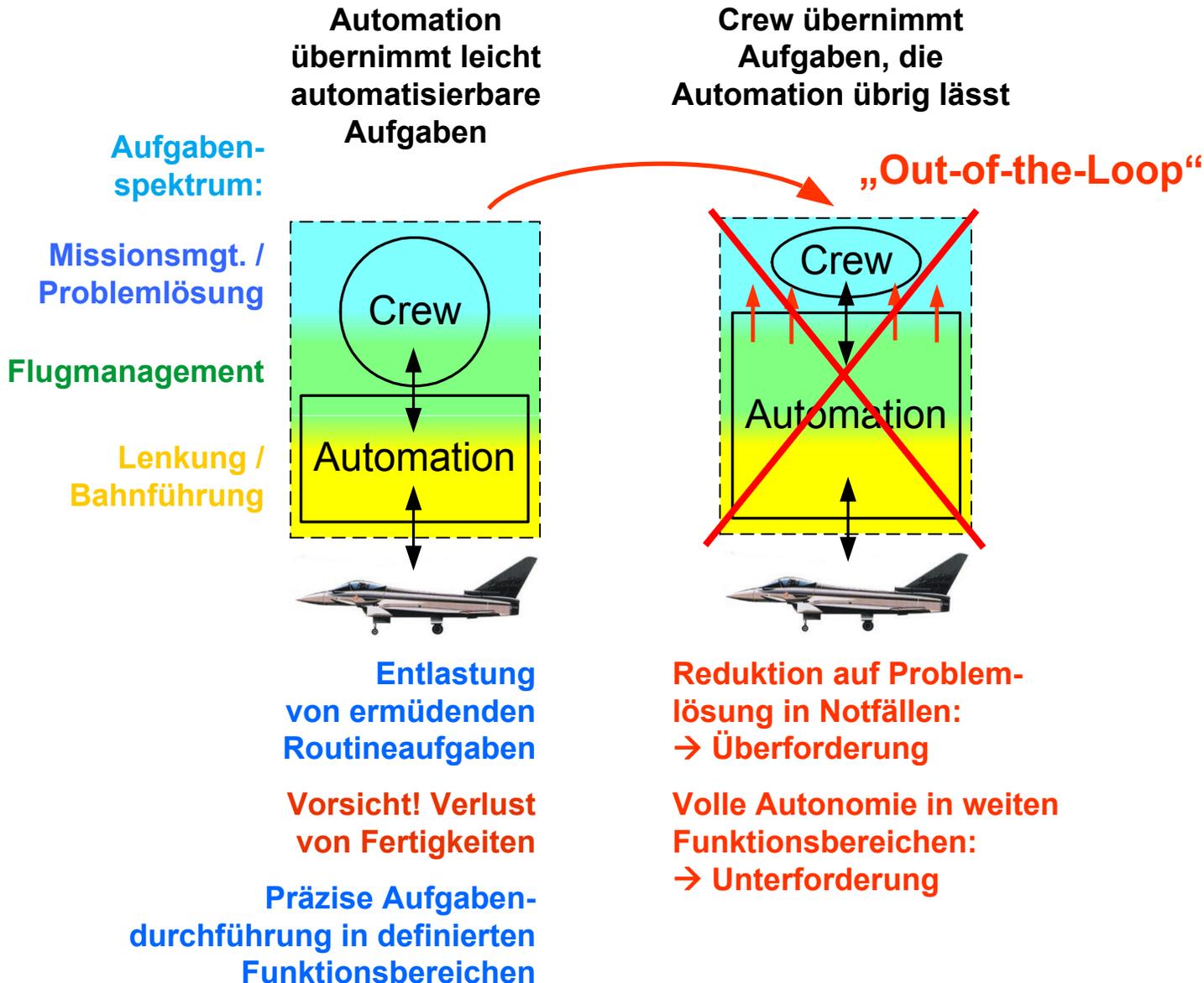
Ergebnis

- ▶ „Loss of Situation Awareness“ (LOSA) ins Situationen, die vom Normbetrieb abweichen



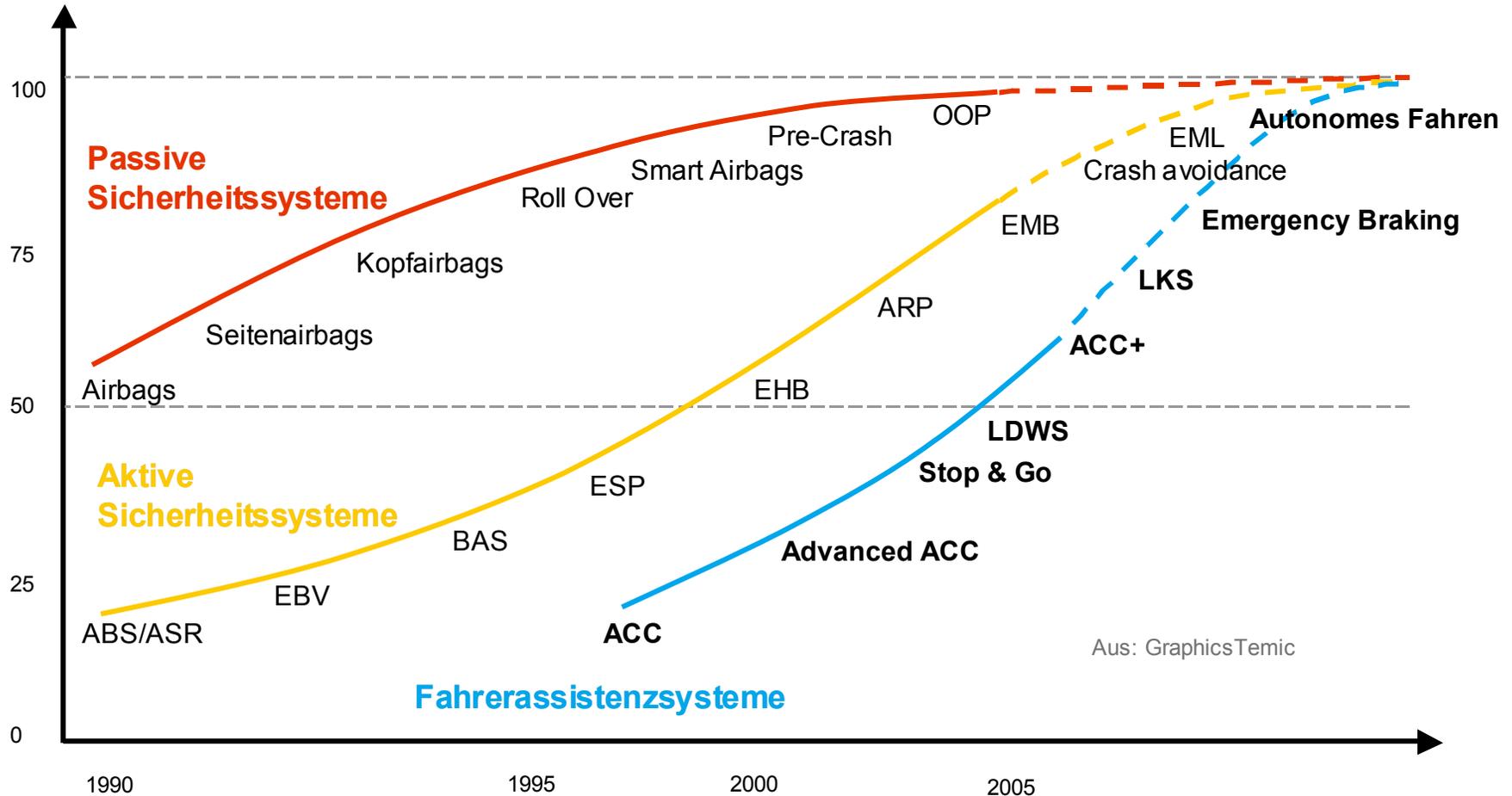
Entwicklungen in der Luftfahrt

Probleme bei „Konventioneller Automatisierung“



Entwicklungen im Automobilbereich

Steigender Automatisierungsgrad

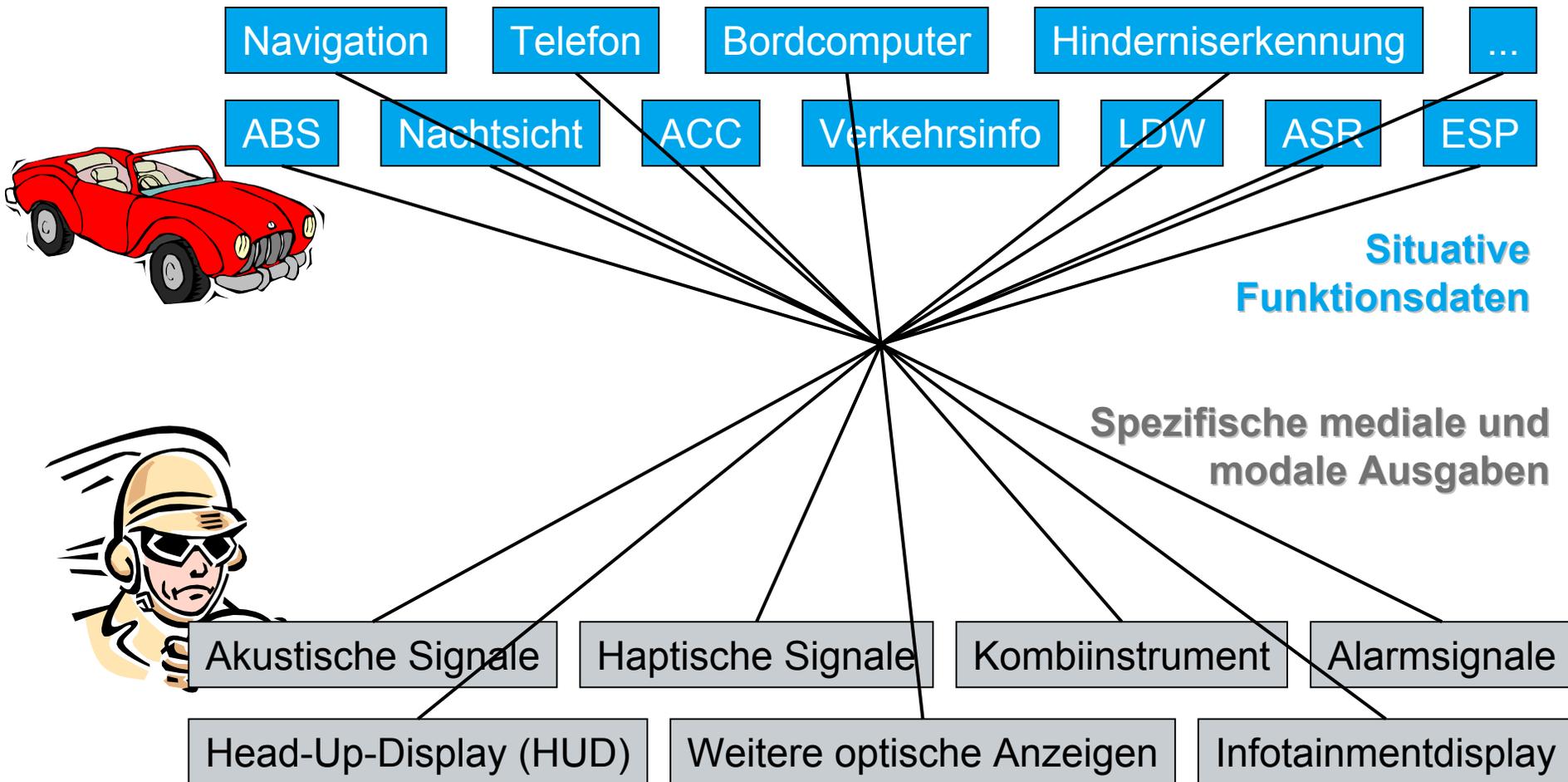


Aus: GraphicsTemic

- | | | | | | |
|-----|------------------------------------|-----|------------------------------------|------|-------------------------------|
| OOP | Out of Position | ACC | Adaptive Cruise Control | ABS | Adaptives Brems System |
| ASR | Anti-Schlupf-System | EBV | Elektronische Bremskraftverteilung | BAS | Brems Assistent |
| ESP | Elektronisches Stabilitätsprogramm | ARP | Aktive Roll-Over Prevention | EHB | Elektro-Hydraulische Bremse |
| EMB | Elektro-Mechanische Bremse | EML | Elektro-Mechanische Lenkung | LDWS | Lane Departure Warning Signal |
| LKS | Lane Keeping Support | | | | |

Entwicklungen im Automobilbereich

Steigende Informationsflut



- ▶ Problemstellung
 - Hohe Zahl an Fahrerassistenzsystemen mit Wechselwirkung auf die Fahrzeugführung
 - Parallele, unkoordinierte, situationsunabhängige Informationsweitergabe an den Fahrer
 - „Konventionelle Automatisierung“

- ➔ Auch im Automobilbereich kann es zur „Mode confusion“ und zur „Loss of Situation Awareness“ (LOSA) kommen

Problemlösungen in der Luftfahrt

Systemspezifisches Training der Crew

- ▶ Crew-Resource-Management (CRM) und Crew-Coordination-Concept (CCC)
 - Klare Aufgabenteilung innerhalb der Crew
 - Definition der Rollen und Arbeitsstile
 - Bestandteile
 - Cooperation
 - Leadership and management skills
 - Situation awareness
 - Decision making

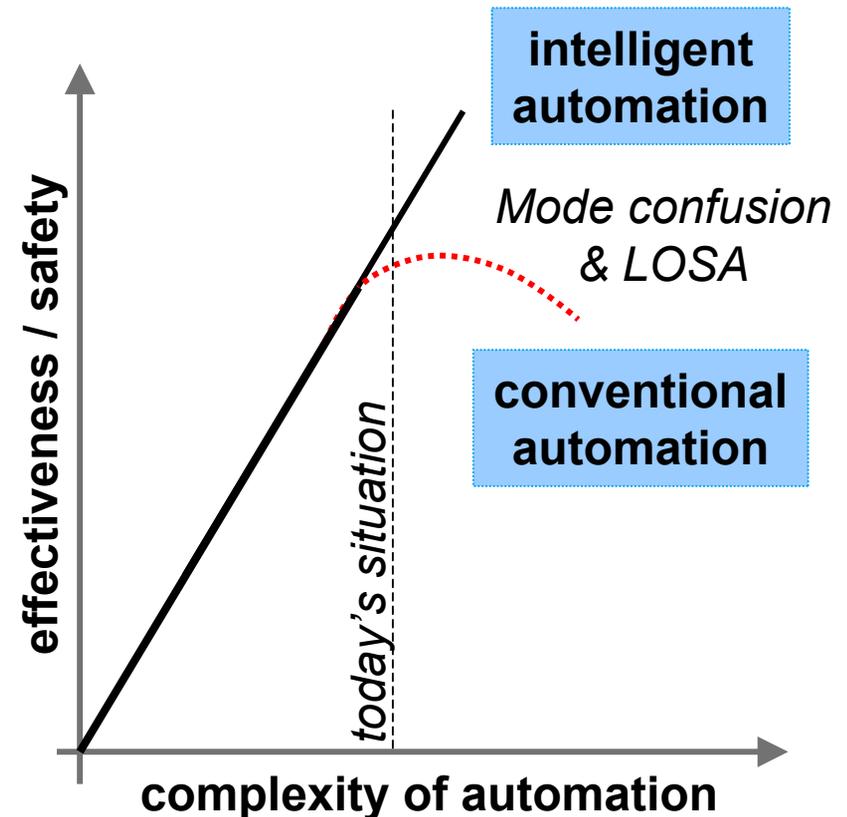
- ▶ Vermittlung von Systemwissen

Problemlösungen in der Luftfahrt

Intelligente Automation

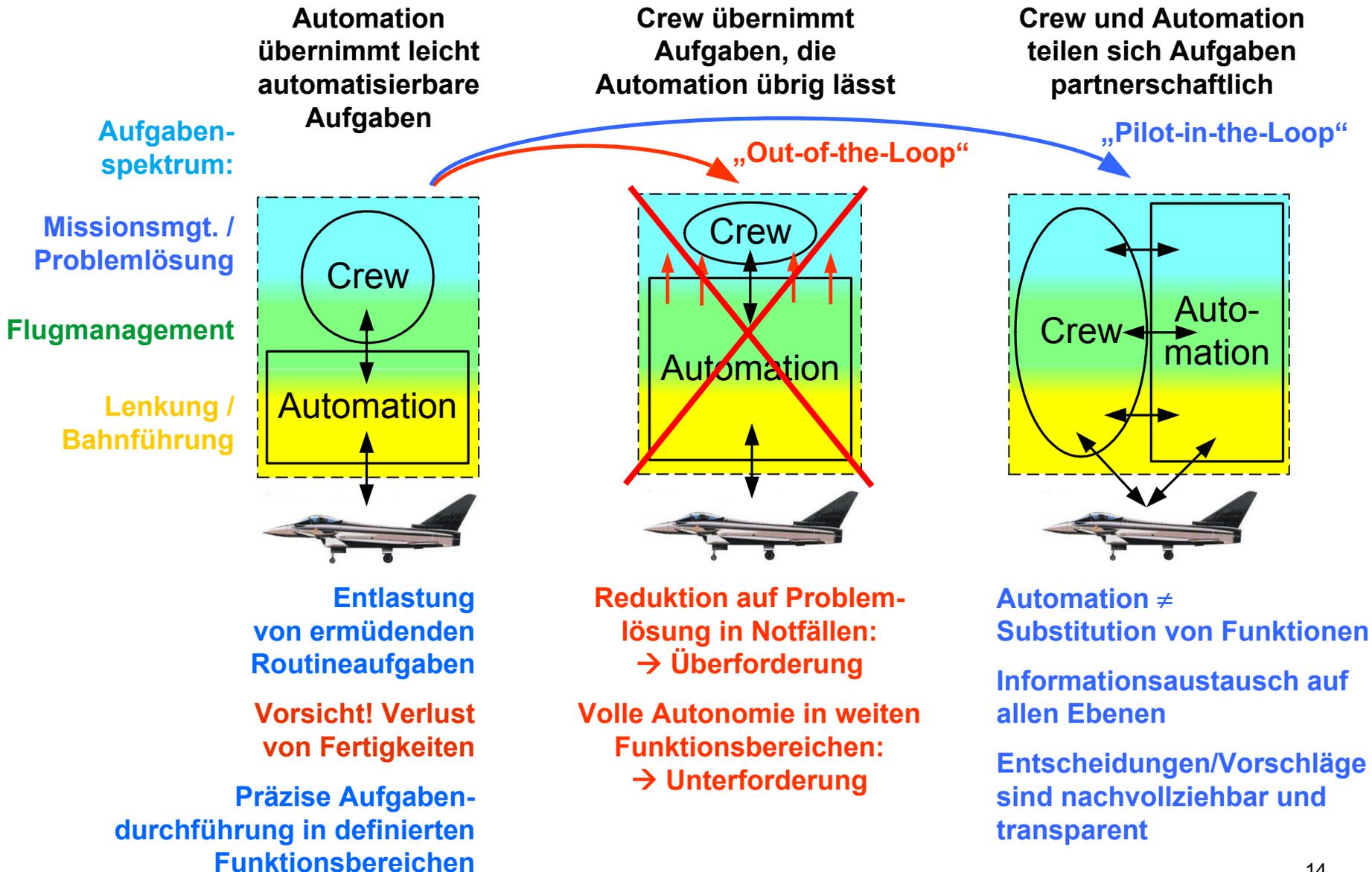


- ▶ Human Centered Approach
 - Anpassung der Technik an die Verarbeitungsressourcen des Menschen
 - Basis sind Studien des menschlichen Leistungsvermögens
 - Ausprägung ist Airbus "Dark Cockpit" Konzept
- ▶ Kooperative Automation und
- ▶ Kognitive Automation
- Effektive Kommunikation zwischen Mensch und Maschine



Problemlösungen in der Luftfahrt

Intelligente Automation - Kooperative Automation



Problemlösung in der Luftfahrt

Intelligente Automation - Kognitive Automation

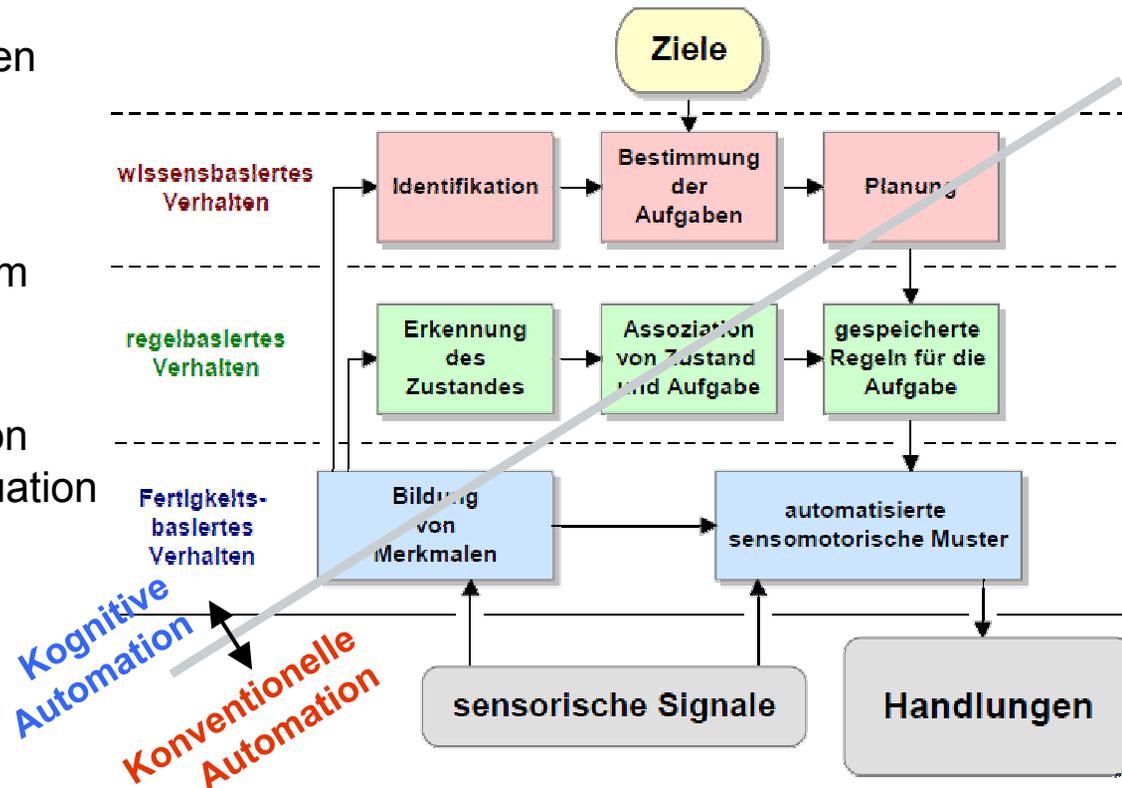
► Ziele

- Entscheidungen/Vorschläge sind nachvollziehbar und transparent
- Maschinelles System als gleichwertiges Teammitglied

► Vorgehen

- Automat trifft Entscheidungen auf den gleichen, grundlegenden Prinzipien wie der Mensch
 - Erfassung, Interpretation und Bewertung der Situation
 - Erkennen und Lösen von Konfliktsituationen

Verhaltensmodell nach Rasmussen



Übertragbarkeit in den Automobilbereich

Systemspezifisches Training des Fahrers



- ▶ Problem der Übertragbarkeit
 - Fahrer ist kein Profi
 - Keine Ausbildung an den Systemen
 - Keine Fortbildung an den Systemen
 - Keine Vermittlung von Systemwissen
 - Fahrer ist „Single-Pilot“
 - Keine Aufgabenteilung mit anderen Personen
 - keine Möglichkeit, Aufgaben zu delegieren

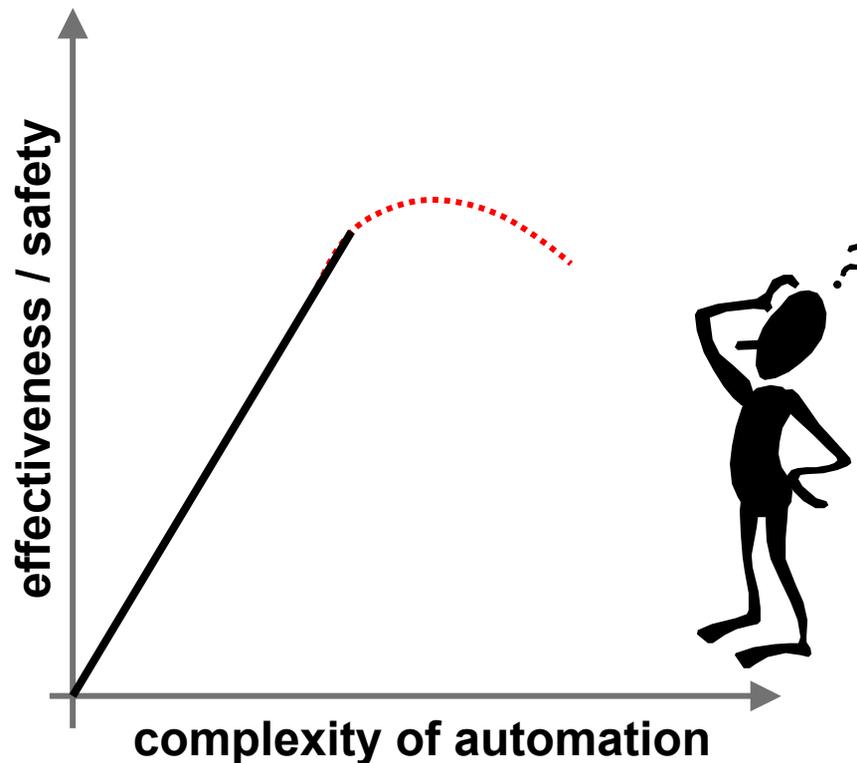
- ▶ Fragen bezüglich der Vermittlung von Systemwissen
 - Was muss vermittelt werden?
 - Erweiterung des Fahrschulunterrichts?
 - Fahrertraining als Bestandteil des Fahrzeugkaufs?

- ▶ Basis: Human Centered Approach
 - Anpassung an Verarbeitungsressourcen des Fahrers
 - Verarbeitungsfähigkeit des Fahrers ist individueller als bei Piloten
 - Verarbeitungsfähigkeit ist situationsabhängig
 - Fahrer- und situationspezifische Adaption des HMI

- ▶ Kooperative Automation
 - Verhinderung von „Loss of Situation Awareness“-Situationen
 - Erhöhung der Akzeptanz der Systeme durch den Fahrer/Kunden (automobilspezifisch!)

- ▶ Kognitive Automation
 - Allgemeingültige Grundlage für kooperative Automation

- ▶ Entwicklung im Automobil ist vergleichbar mit der Entwicklung in der Luftfahrt
- ▶ Lösungen aus der Luftfahrt können Anwendung im Automobil finden



Wo steht das
Automobil
heute?