

# Sicherheit im Luftverkehr

## Herausforderung und Chance für die Ausrüstungsindustrie

**Kai Burkhardt**  
**Diehl Avionik Systeme GmbH**



## **Sicherheit im Luftverkehr: Safety und Security**

### **Die Rolle der Ausrüstungsindustrie**

**Safety: Airport Navigation Function**

**Security: Geographical Envelope Protection**

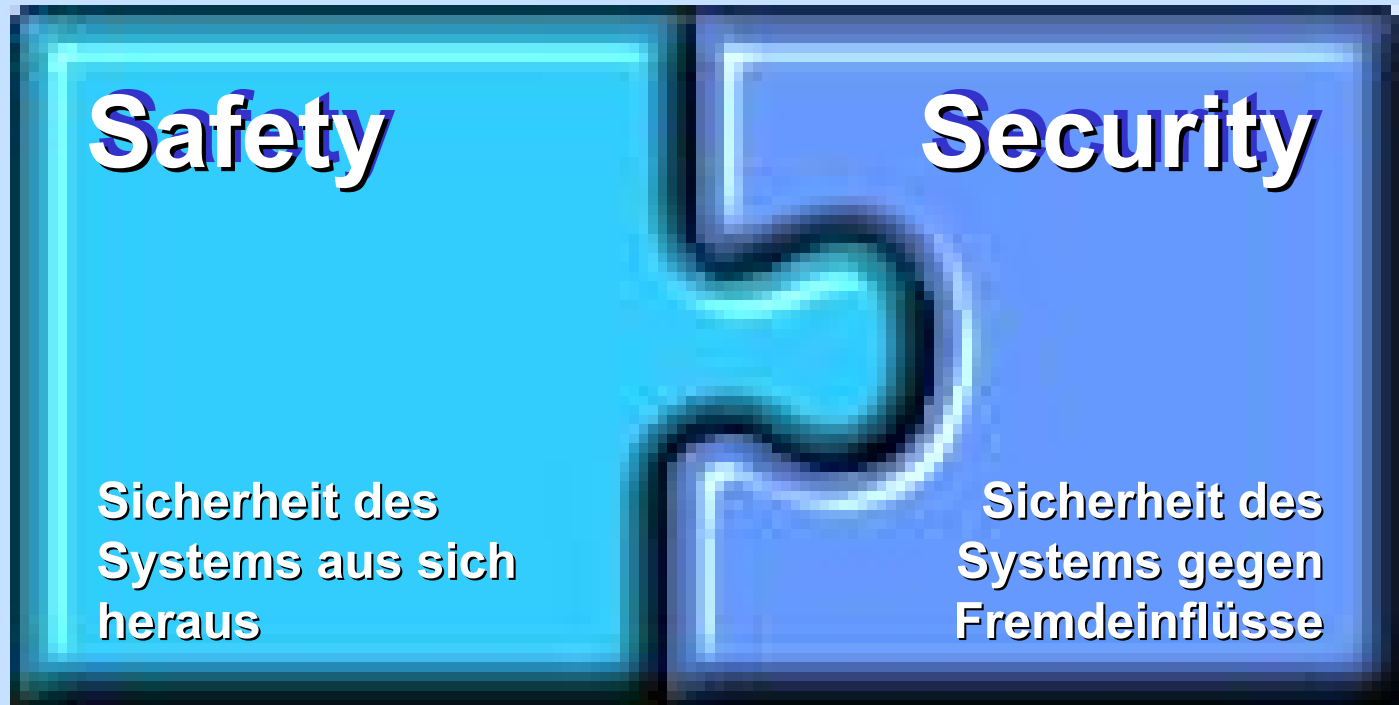


- Sicherheit: *Zustand des Sicherseins, Geschütztseins vor Gefahr oder Schaden; höchstmögliches Freisein von Gefährdungen*

Deutsches Universal Wörterbuch A-Z, 2. Auflage, DUDEN Verlag

- Sicherheit bezeichnet die Eigenschaft eines Systems, weder Menschen, Sachen noch Umwelt zu gefährden







Bilder mit freundlicher Genehmigung von: O. Jürgensmeier, P. Lutz, I. Marc







Flugzeugentführungen



Missbrauch

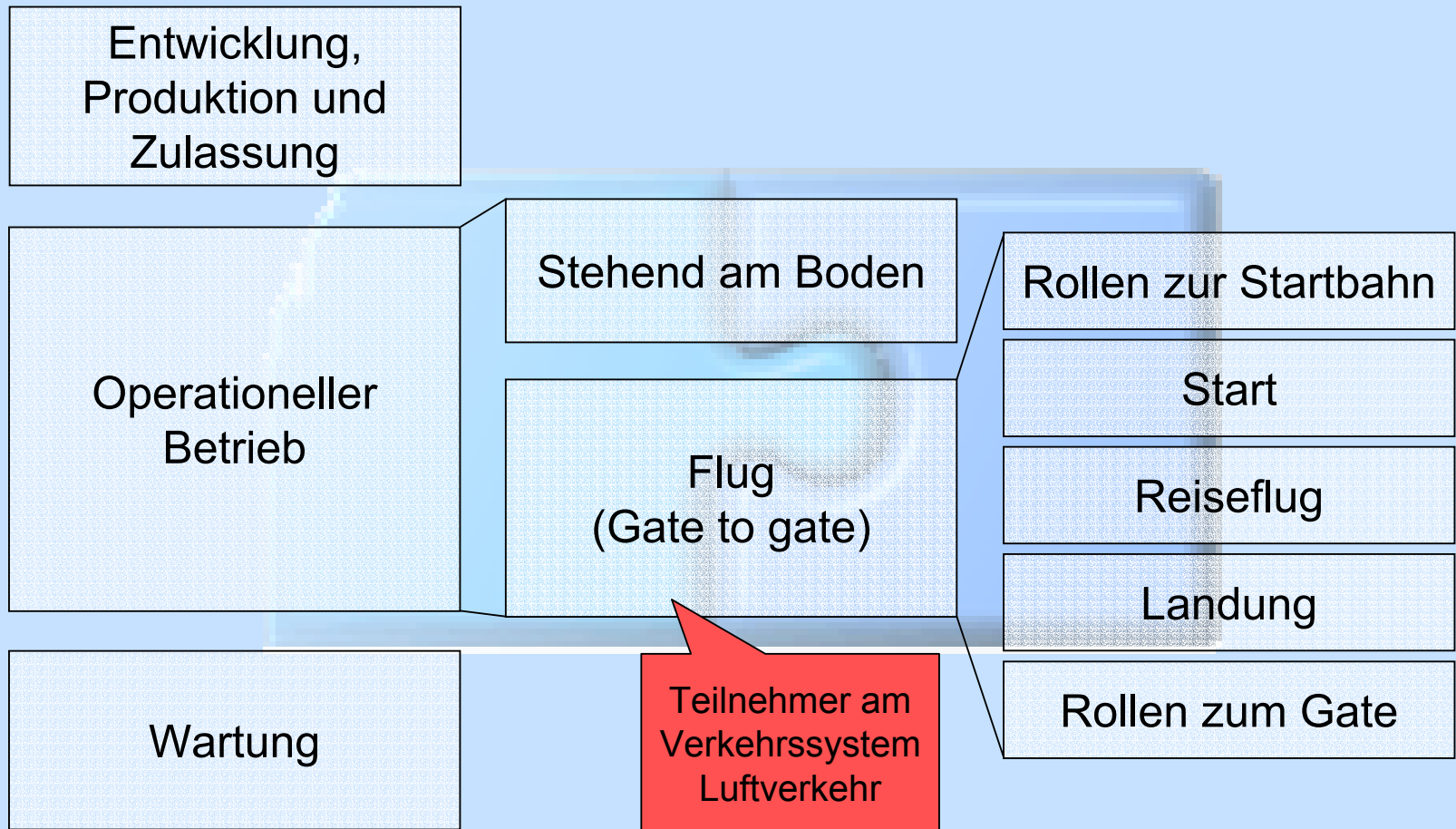


Bombenattentate



Beschuss





Teilnehmer am  
Verkehrssystem  
Luftverkehr

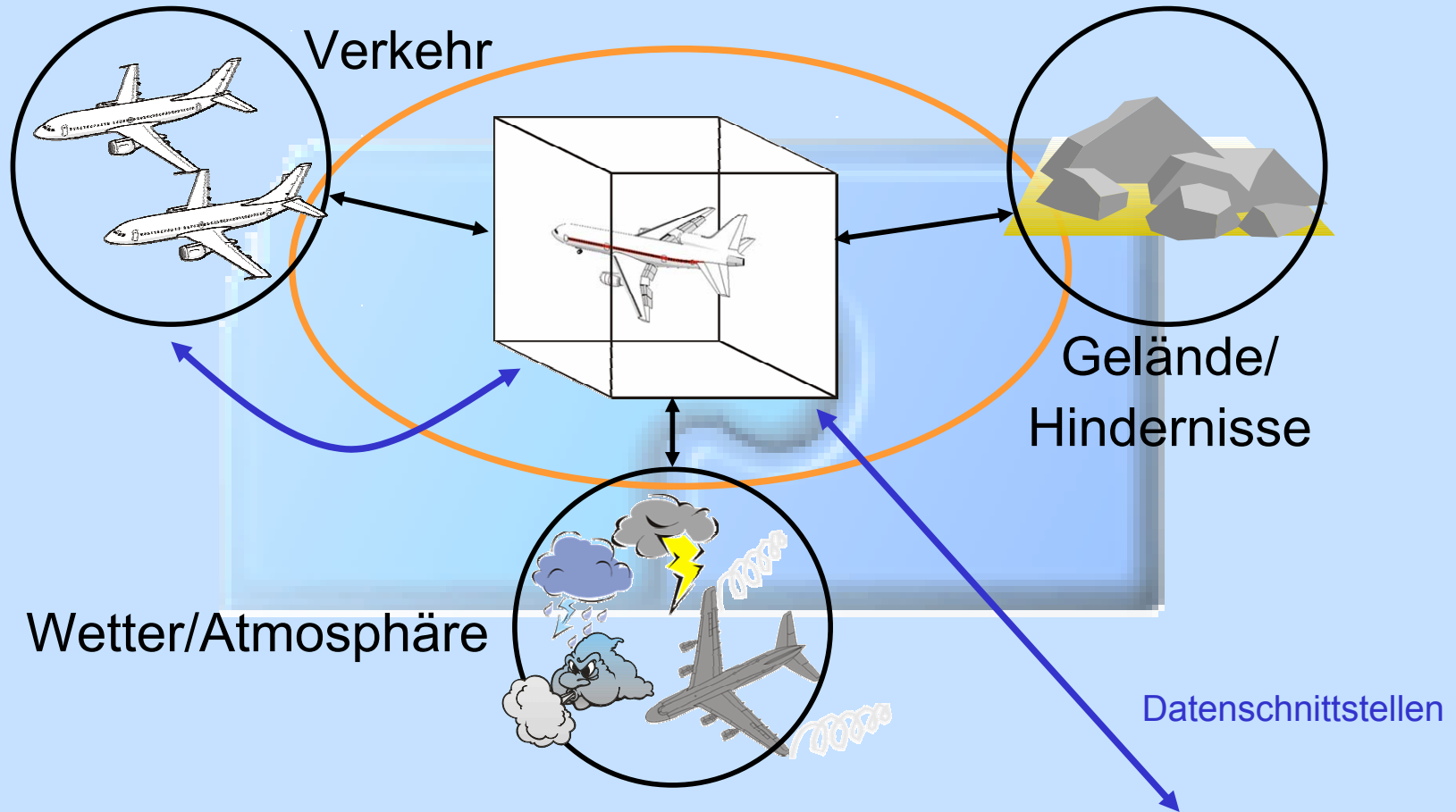


## Flugzeugunfälle und Todesfälle an Bord nach Flugphasen - 1991 bis 2001 in %\*

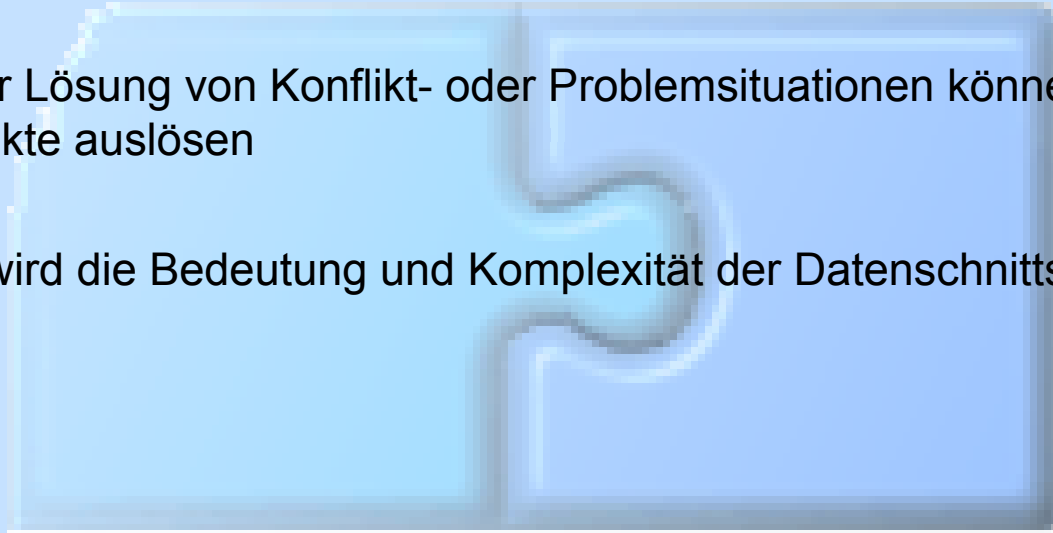
Flugphase	Unfälle in %	Todesfälle in %
Geparkt	6	0
Start	13	8
Anfangssteigflug	4	8
Steigflug (Klappen eingef.)	10	26
Reiseflug	5	5
Sinkflug	5	15
Beginn des Anflugs	6	14
Endanflug	8	18
Landung	43	5

\*Berücksichtigt wurden Totalverluste und/oder Unfälle mit Todesopfern  
Quelle: F. Littek, „Technik und Sicherheit von Passagierflugzeugen“





- Flugzeug ist kein abgeschlossenes System
- Flugzeug operiert in und kommuniziert sowie interagiert mit einer komplexen Umwelt
- Schritte zur Lösung von Konflikt- oder Problemsituationen können Folgekonflikte auslösen
- Zukünftig wird die Bedeutung und Komplexität der Datenschnittstellen zunehmen





**Safety**

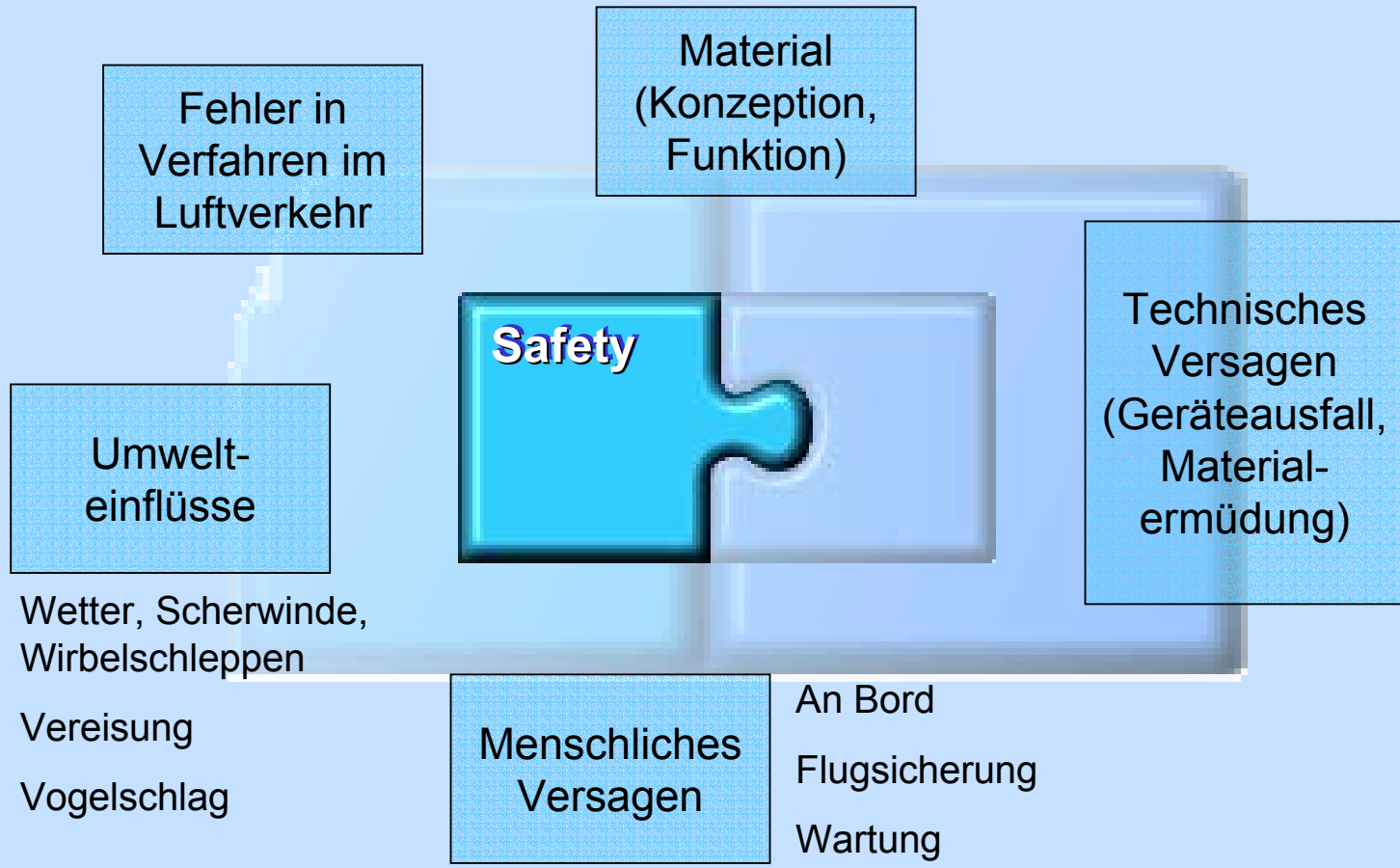
Sicherheit des  
Systems aus sich  
heraus



## Safety

27. März 1977	Teneriffa, Spanien	Runway Incursion
26. Mai 1991	Suphan Buri, Thailand	Techn. Versagen
20. Dez. 1995	Cali, Kolumbien	CFIT
17. Juli 1996	Long Island, New York, USA	Techn. Versagen
12. Nov. 2001	Queens, New York, USA	Techn. Versagen
01. Juli 2002	Überlingen, Deutschland	Mid-Air Collision







Sich ändernde  
Rahmenbedingungen: z.B.  
wachsender Luftverkehr,  
wirtschaftlich schwierige  
Rahmenbedingungen

Es treten immer wieder  
Fälle auf, die sich nicht  
vorhersagen lassen



Faktor Mensch

Insbesondere die Koinzidenz  
von meist zunächst  
unabhängigen  
Problemen/Fehlern kann zu  
Katastrophen führen



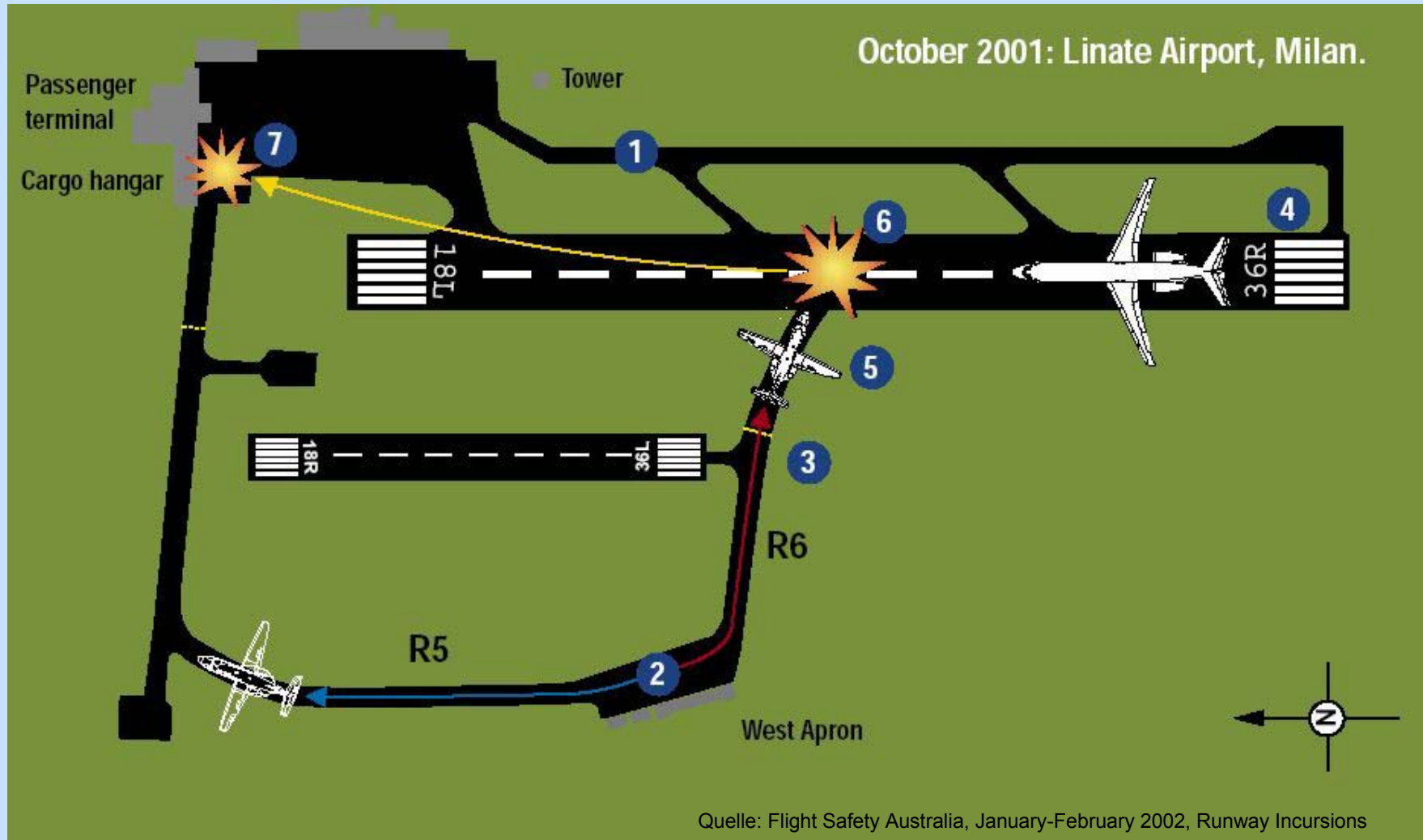
- Kollision auf der Startbahn zwischen einer McDonnell Douglas MD87 der Fluglinie SAS und einer Cessna Citation CJ2
- 114 Tote an Bord der beiden Flugzeuge, 4 Tote am Boden, Totalverlust beider Maschinen
- Verkettung mehrerer Ereignisse und Fehler führte zur Katastrophe



Quelle: Agenza Nazionale Per La Sicurezza Del Volo, Interim Factual Report



# Fallbeispiel Mailand, Linate, 8. Okt. 2001



## Verkettung von Problemen/Fehlern, die zur Kollision führte:

- Bodenradar am Flughafen Linate, Mailand, nicht in Betrieb
- Markierungen am Taxiway R6 entsprechen nicht den ICAO-Standards
- Schlechte Sicht (dichter Nebel, generelle Sichtweite nicht größer als 100m, RVR um 200m)
- Falscher Rollweg der Cessna Citation CJ2
- Missverständnisse bei der Interpretation der Freigaben und Missinterpretationen bzgl. der Position der Cessna Citation CJ2
- Überschneidende Freigaben für Taxe-Off der MD87 bzw. für Taxiing über die Startbahn der Cessna Citation CJ2



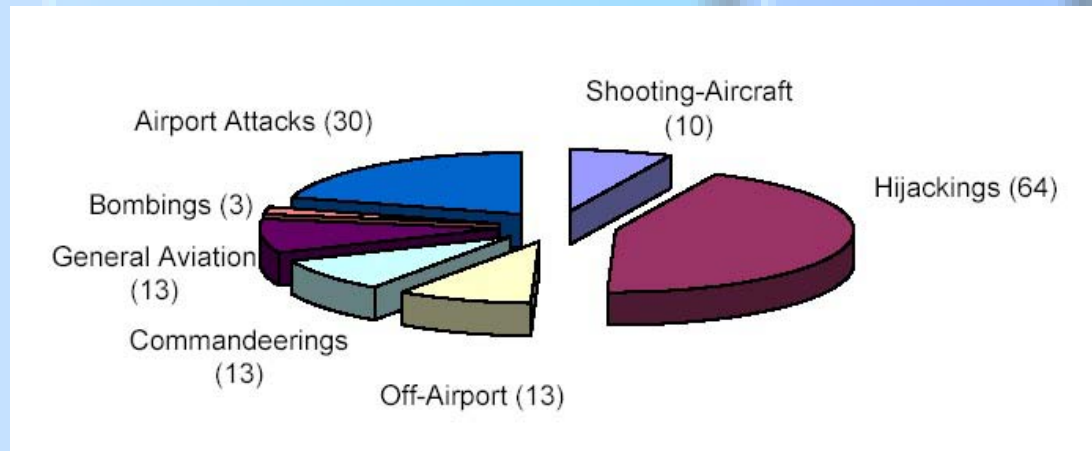






## Security

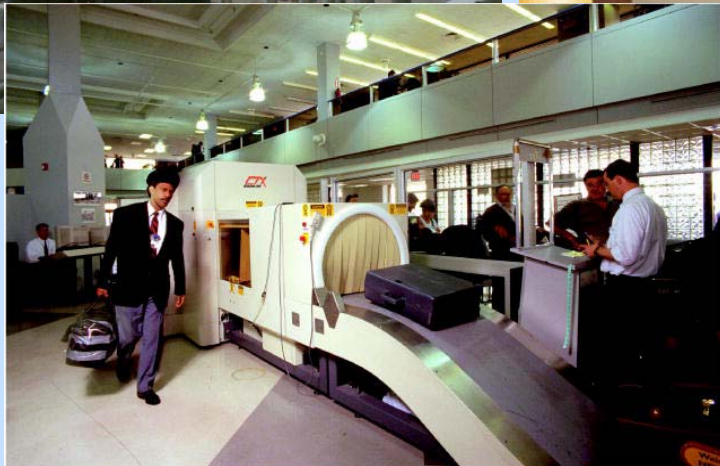
23. Juni 1983	Atlantischer Ozean	Bombenattentat
21. Dez. 1988	Lockerbie, Schottland	Bombenattentat
11. Sept. 2001	New York, USA	Missbrauch
11. Sept. 2001	Washington, USA	Missbrauch
28. Nov. 2002	Mombasa, Kenia	Beschuss

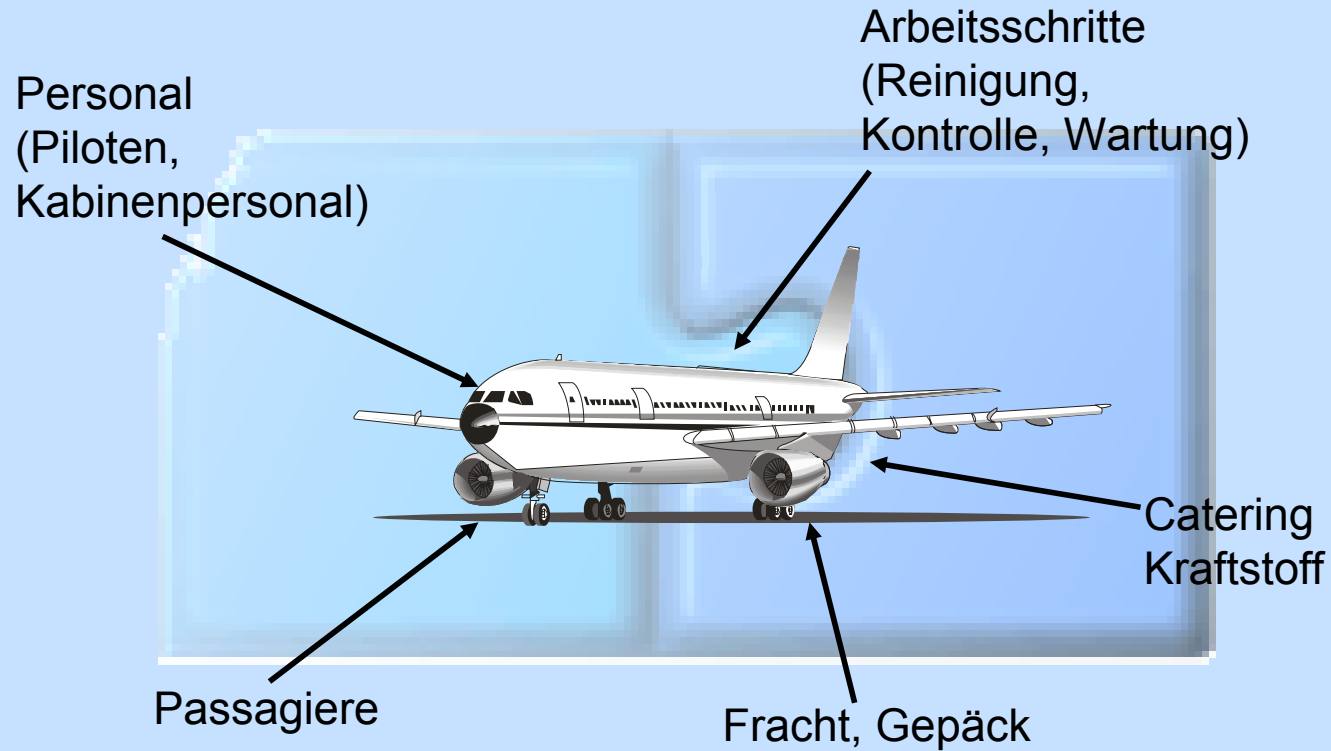


Quelle: FAA,  
Criminal Acts  
against Aviation  
2000

Angriffe gegen den Luftverkehr, 1996-2000

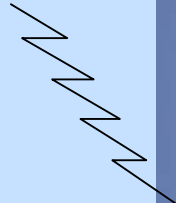
# Bestehende Securitysysteme





Zukünftig:

Manipulation von Datentransfer zum  
Flugzeug (z.B. Datenbasen)



Beschuss



Störung oder Manipulation  
von Signalen

Störsignale





## Security-Systeme zur

- **Prävention**
- **Intervention**
- **Krisenmanagement**

## Bordsysteme

Verstärkte Cockpittür

System zur Identifikation von Personen, Erkennen von kritischen Situationen, usw.

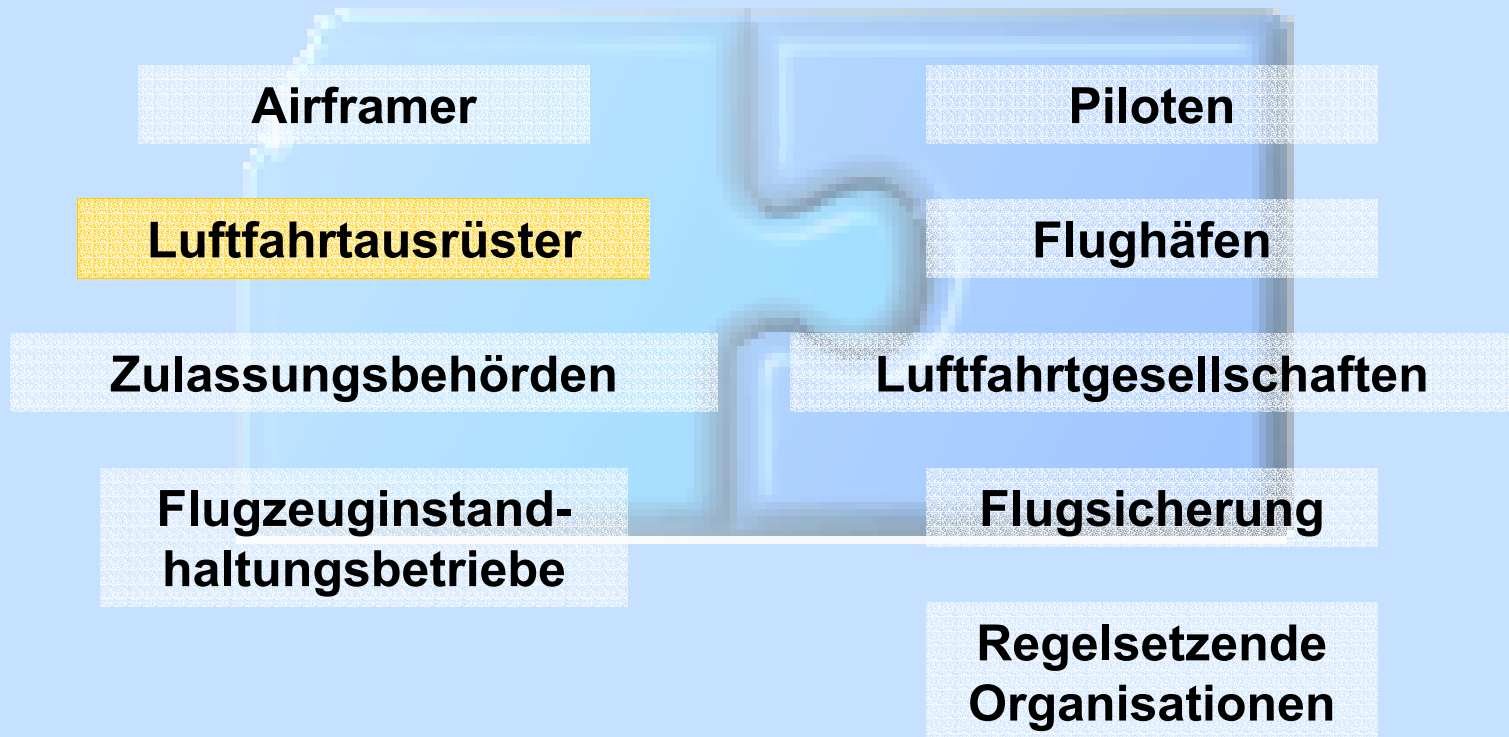
Authentifizierungssysteme

System zur Abwehr von schultergestützten Boden-Luft-Raketen

Vollelektrisches Türsystem



## Für Sicherheit im Luftverkehr verantwortliche Instanzen



**Optimierung bestehender Systeme**

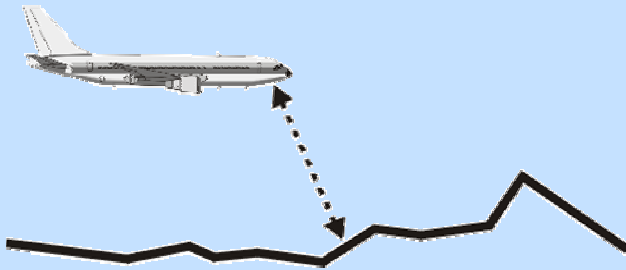
**Konzeption und Entwicklung neuer Systeme zur Verbesserung von Safety und Security**

**Erprobung und Einführung neuer technologischer Verfahren und Materialien**

**Technische Verbesserung von Mensch-Maschine-Schnittstellen**

**Aufgaben, die im Verbund mit Airframern, Zulassungsbehörden, Piloten usw. zu lösen sind!**

## GPWS - Ground Proximity Warning System



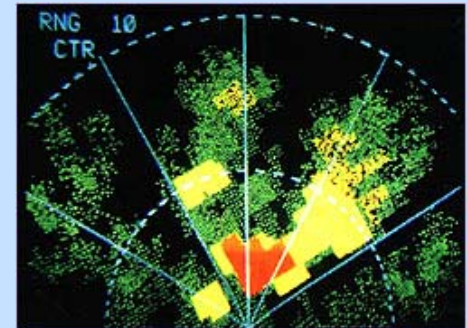
Seit 1974 für Verkehrsflugzeuge im Luftraum USA vorgeschrieben

## TCAS II - Traffic Alert and Collision Avoidance System



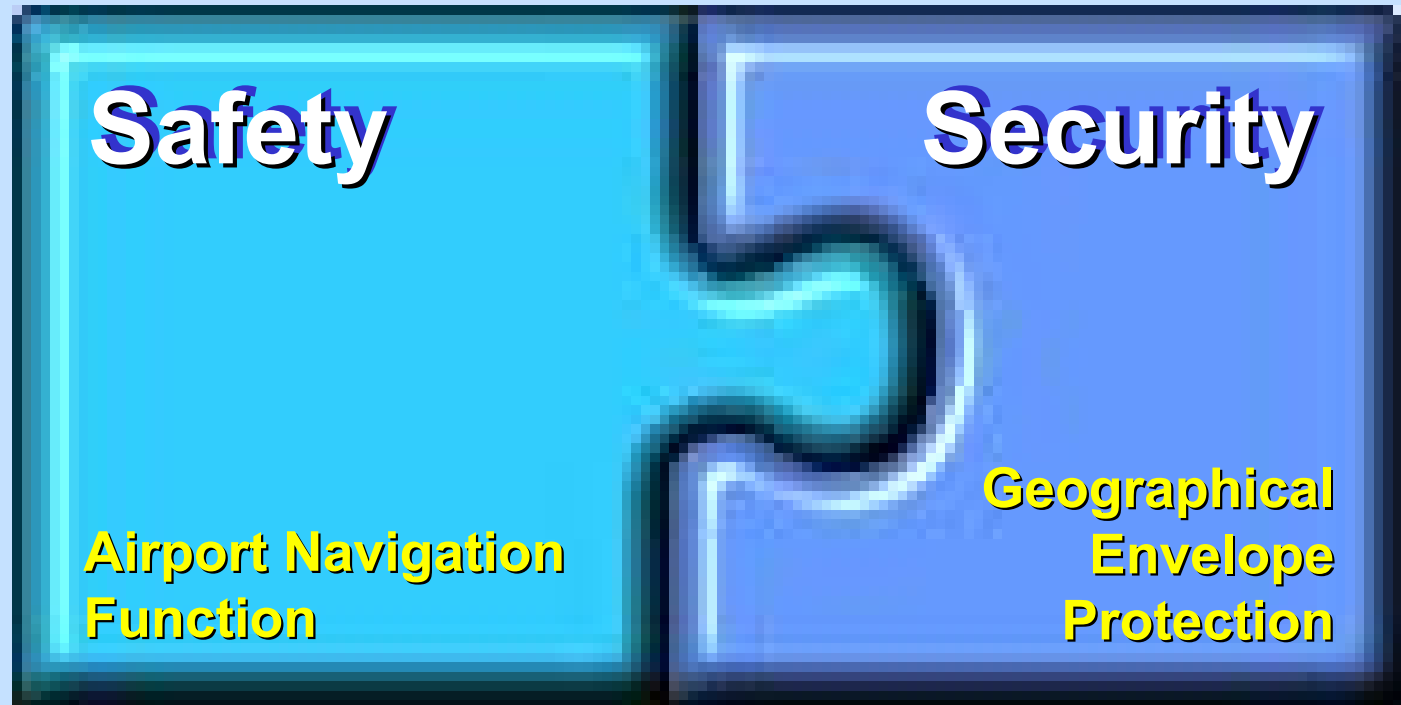
Seit Ende 1993 Pflicht für Flugzeuge mit mehr als 30 Sitzen im Luftraum USA

## EGPWS - Enhanced Ground Proximity Warning System



vorgeschrieben ab 2005







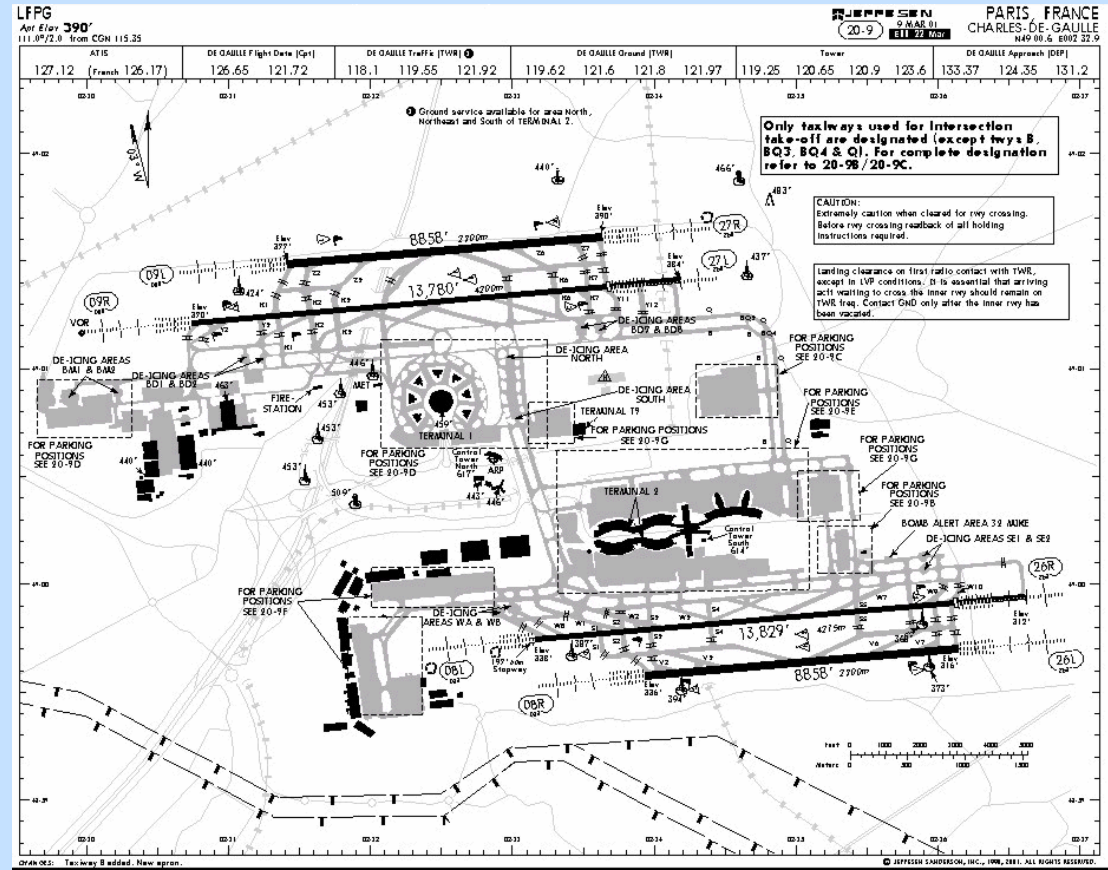


## Airport Navigation Function



- Bessere Orientierung selbst bei schlechtesten Sicht- und Wetterverhältnissen

- Kurze Rollzeiten
- Sicheres Finden des eigenen Gates



- NTSB sieht Runway Incursion als eine der wichtigsten Risiken
- Weltweit mehrere Vorfälle jede Woche

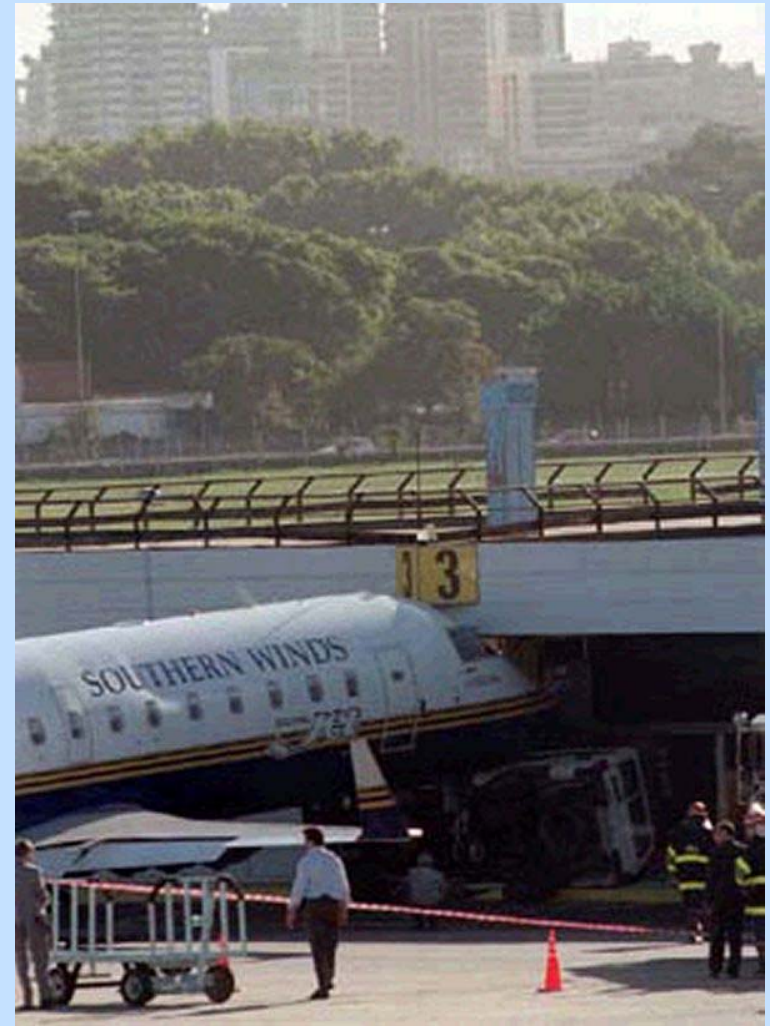


## Bekannte Unfälle

- Teneriffa, 27. März 1977
- Mailand, 8. Okt. 2001



- Derzeit sind derartige Systeme noch nicht am Markt eingeführt.
- Neue Großraumflugzeuge benötigen Systeme zur Unterstützung beim Rollen und Parken



- Verkehrsbewusstsein (traffic awareness) unter beliebigen Wetterbedingungen
- Erfassen der räumlichen Ausdehnung des Flugzeugs (Flügelspannweite, Leitwerk)





## Entwicklung innovativer Funktionen



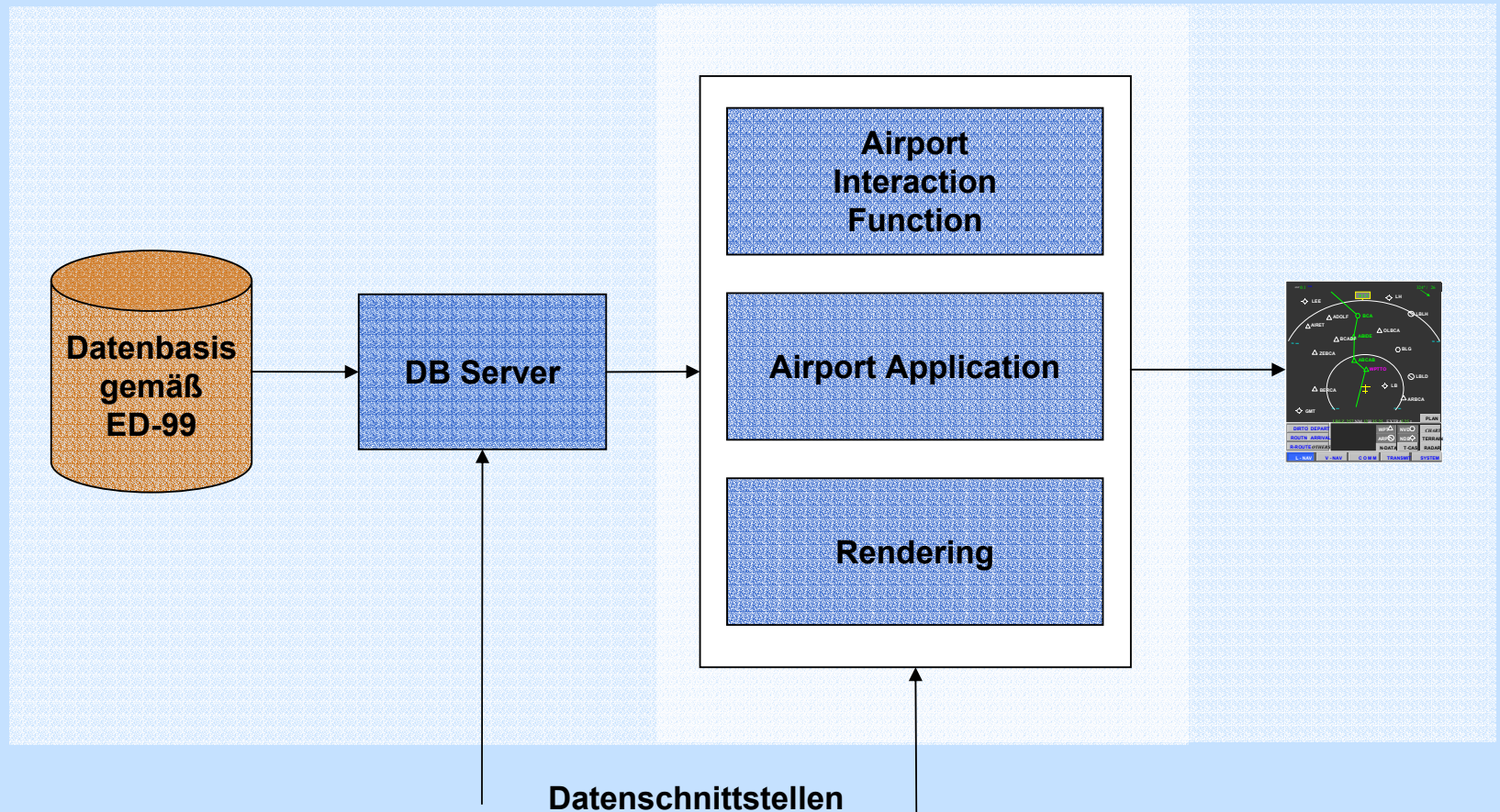
### Airport Navigation Function

- Orientierungshilfe
- Verbesserung des Situationsbewusstseins
- Verhinderung von Runway Incursions

Diehl Avionik Beteiligung am 5. EU-Rahmenprogramm im Projekt VICTORIA







## Validation platform for Integration of standardised Components, Technologies and tools in an Open, modular and Improved Aircraft electronic system

- Laufzeit: 36+6 Monate (Verlängerung), 01.01.01 bis 30.06.04
- Gesamtbudget: 80 Mio €
- Thales (Projektkoordinator), Airbus-D, Airbus-F, Airbus-UK, NLR, BAES, Eurocopter, insgesamt 34 Partner
- Diehl Avionik Arbeitsanteile: **Airport Navigation Function** (in Kooperation mit Thales), Graphics Generation Module, DSMS Can-Bus-Simulator





## Airport Navigation Function

Ein speziell für  
Testzwecke  
engerüsteter Bus dient  
als Demonstrations-  
Plattform



**DIEHL**  
AVIONIK SYSTEME



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



- Klasse 1: *Orientierungshilfe* (Autarke Systeme, sofort einführbar)
  - less paper cockpit
  - Moving Map Display
  - Parking GuidanceDatenbasis (+ Navigation (DGPS, INS))
- Klasse 2: *Verbesserung des Situationsbewusstseins* (keinen Einfluß auf operationelle Verfahren)
  - Darstellung der eigenen Position
  - Verhinderung von Runway Incursion
  - Taxi- und KonfliktbewusstseinDatenbasis + Mode-S Transponder + Navigation
- Klasse 3: *Navigationsunterstützung* (Einfluß auf operationelle Verfahren)
  - Verkehrsbewusstsein
  - Vorausberechnung von Konflikten
  - Kollisionsvermeidung
  - Zeitliche Angaben+ zusätzliches Equipment
- Klasse 4: *Guidance*

In Anlehnung an: FAA, Advisory Circular 120-76: „Guideline for the Airworthiness and operational Approval of Electronic Flight Bag computing devices“







Erstmals sind Verkehrsflugzeuge  
als Waffen gegen die  
Zivilbevölkerung und Ziele am  
Boden missbraucht worden





# Weitere Bedrohungsszenarien





- Neue Kernkraftwerke (1. Teilerrichtungsgenehmigung nach 1973) müssen einem zufallsbedingtem Aufprall einer Militärmaschine ( $v=774$  km/h) standhalten
- Bzgl. des Aufpralls von Großraumflugzeugen liegen keine Untersuchungsergebnisse vor (Reaktorsicherheitskommission)
- Aufprall eines Großraumflugzeugs: große Masse, große Mengen an Treibstoff, schnell rotierende Triebwerkachsen.

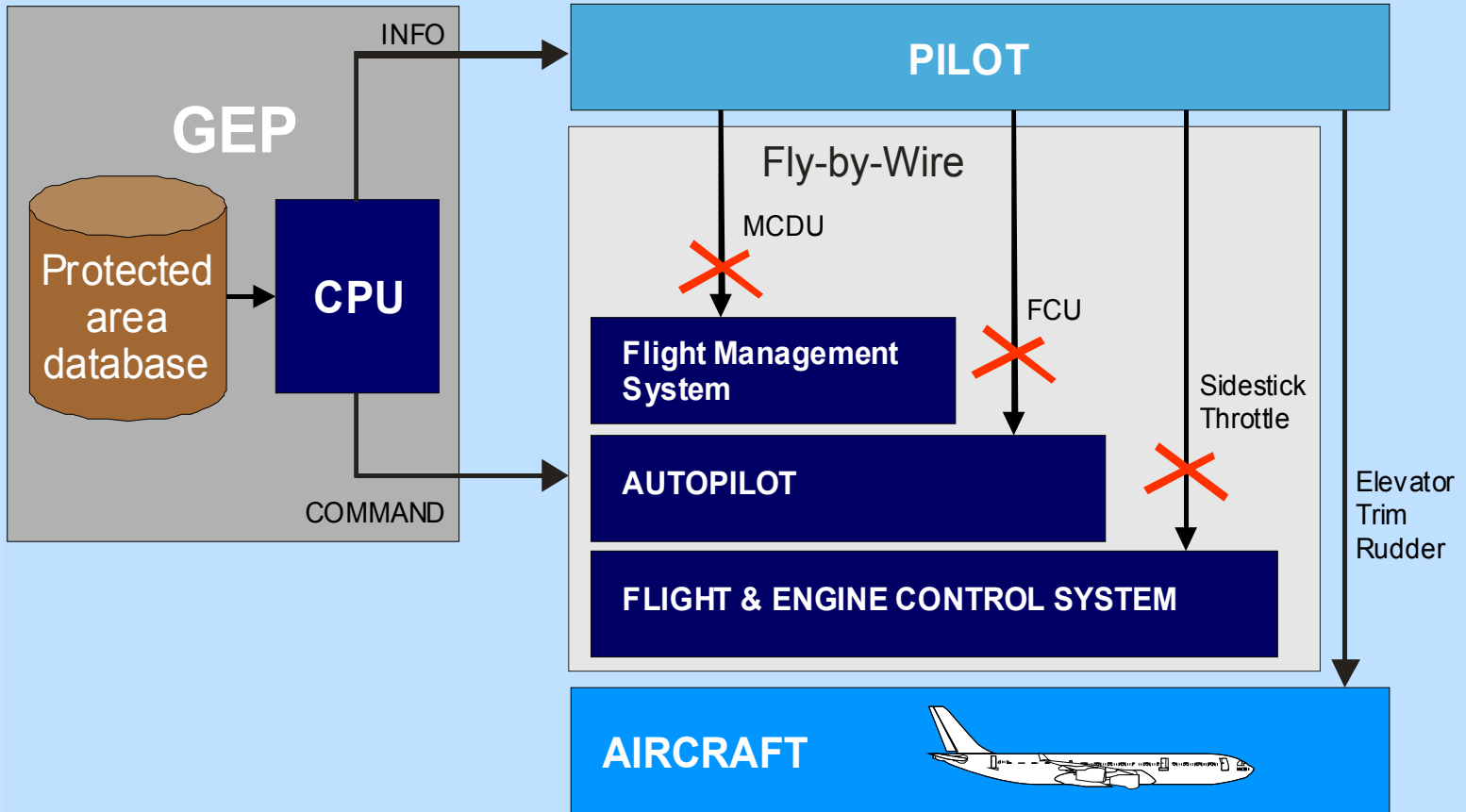
Quelle: Informationskreis Kernenergie



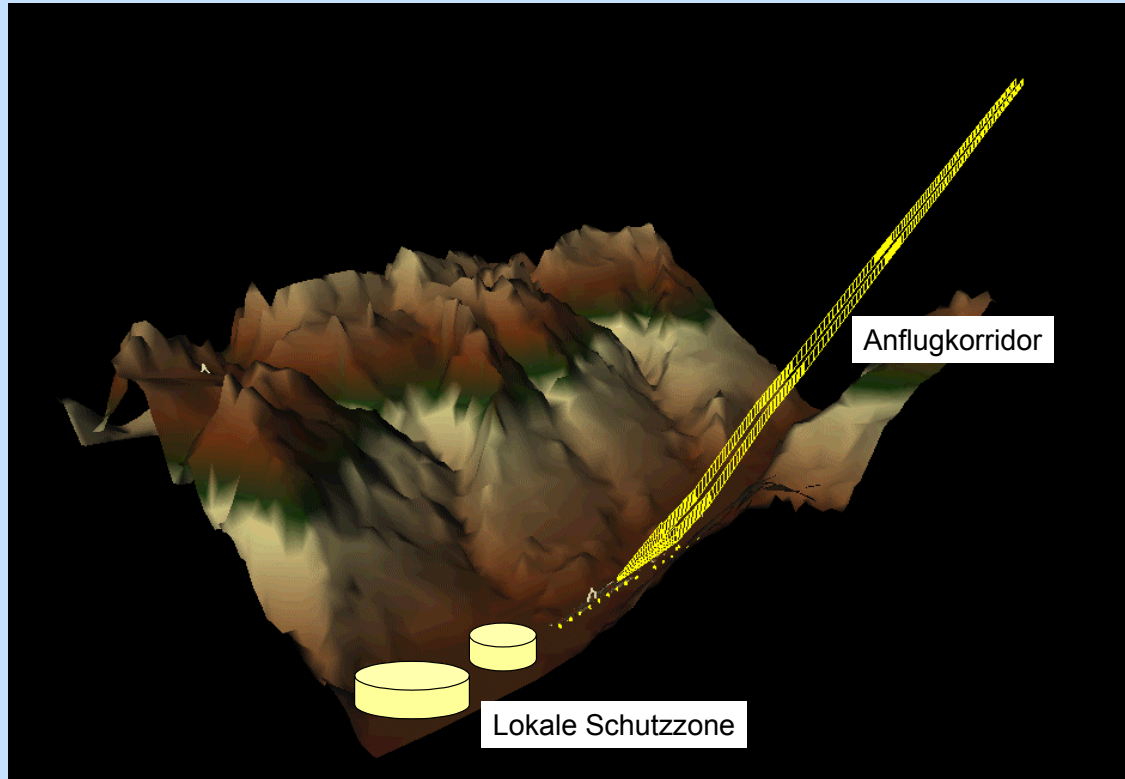
## Geographical Envelope Protection

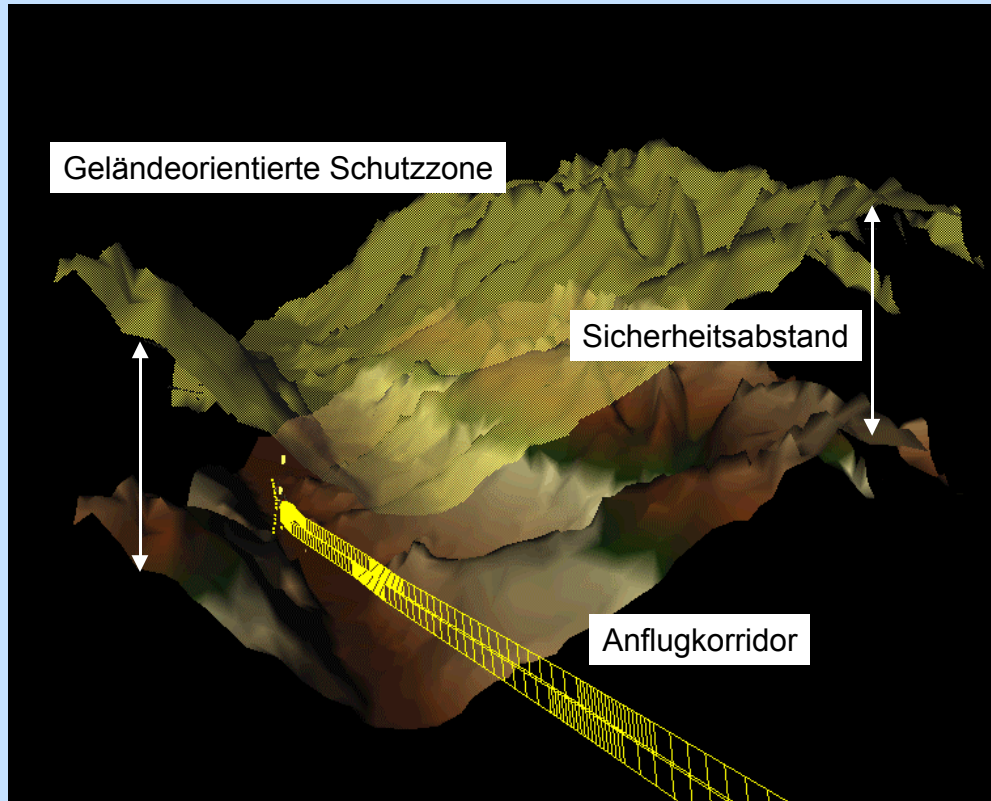
- GEP verhindert das Eindringen von Verkehrsflugzeugen in geschützte Bereiche
- Die dreidimensionalen Schutzzonen sind in einer Datenbank definiert
- GEP wird in einer Notsituation durch die Crew aktiviert
- Das Flugzeug kann außerhalb der Schutzzonen normal gesteuert werden
- Die Landung wird nur auf vordefinierten Flugplätzen zugelassen





# Geographical Envelope (lokale Definition)









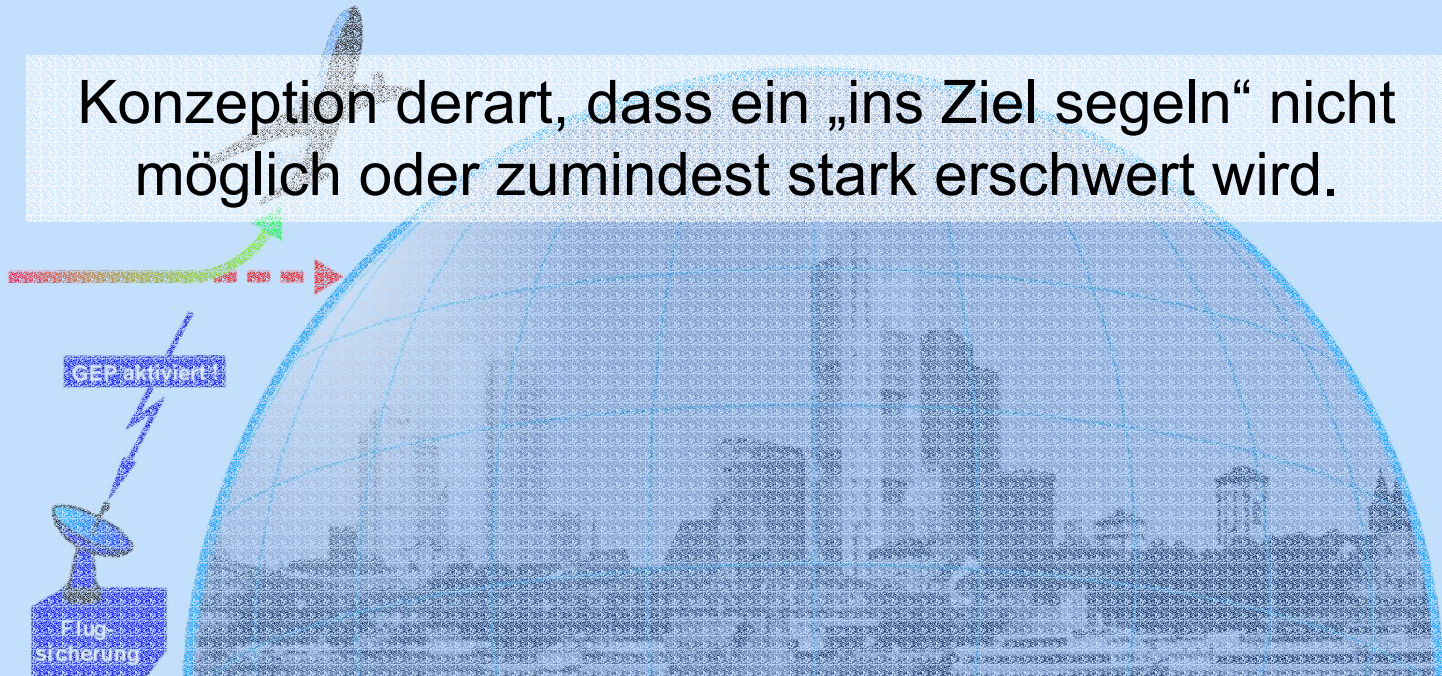
Darstellung in geeigneter Weise auf den Flugführungsdisplays  
(Navigationsdisplay, evtl. auch Primary Flight Display)



Einbau nur in Fly-by-Wire-Flugzeugen möglich

Wirklicher Schutz erst nach flächendeckender Einführung: mehrere Jahrzehnte

Konzeption derart, dass ein „ins Ziel segeln“ nicht möglich oder zumindest stark erschwert wird.



Es müssen immer auch wirtschaftliche  
Betrachtungen durchgeführt werden

Unter Umständen ist die Einführung schwierig, weil  
Vorschriften und Verfahren angepasst werden  
müssten

Gesetzliche Vorschrift erleichtert eine schnelle  
Markteinführung



Bereits heute hoher  
Sicherheitsstandard

Trotz zunehmendem  
Luftverkehr Ziel der Ver-  
besserung der Sicherheit

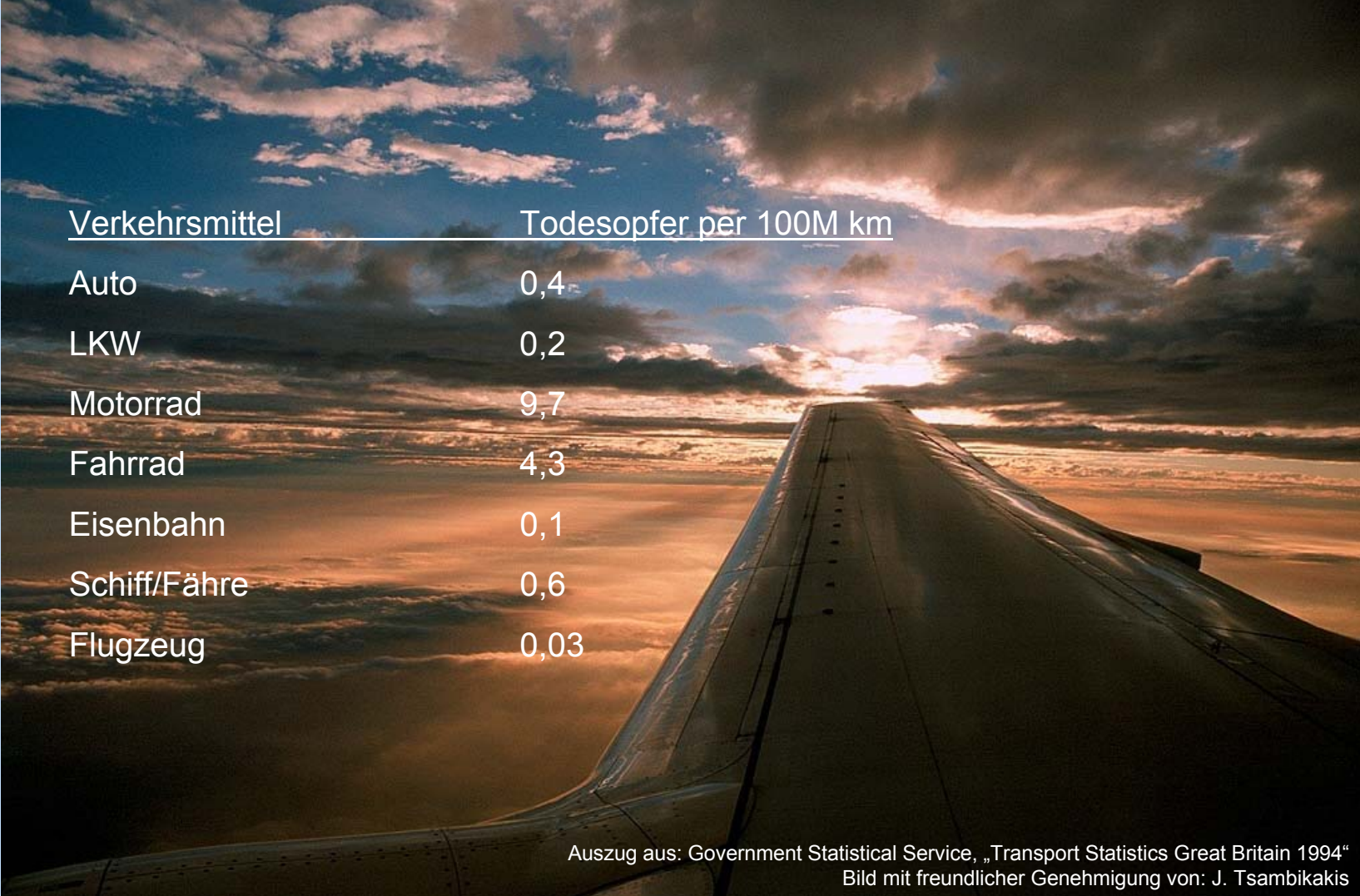


Absolute Sicherheit  
nicht erreichbar

Technologischer Fortschritt  
ermöglicht die Entwicklung  
und Einführung neuartiger  
Systeme





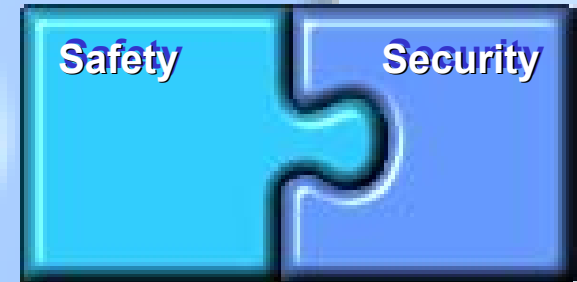


<u>Verkehrsmittel</u>	<u>Todesopfer per 100M km</u>
Auto	0,4
LKW	0,2
Motorrad	9,7
Fahrrad	4,3
Eisenbahn	0,1
Schiff/Fähre	0,6
Flugzeug	0,03

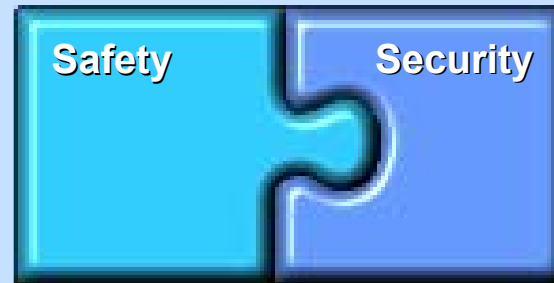
Auszug aus: Government Statistical Service, „Transport Statistics Great Britain 1994“  
Bild mit freundlicher Genehmigung von: J. Tsambikakis



- Sicherheit im Luftverkehr ist eine vielschichtige Aufgabe, an der zahlreiche Instanzen beteiligt sind
- Die Ausrüstungsindustrie kann über die Entwicklung von neuen Sicherheitssystemen einen wichtigen Beitrag leisten
- Die Aufgaben müssen im Dialog mit allen an Sicherheit im Luftverkehr beteiligten Instanzen gelöst werden



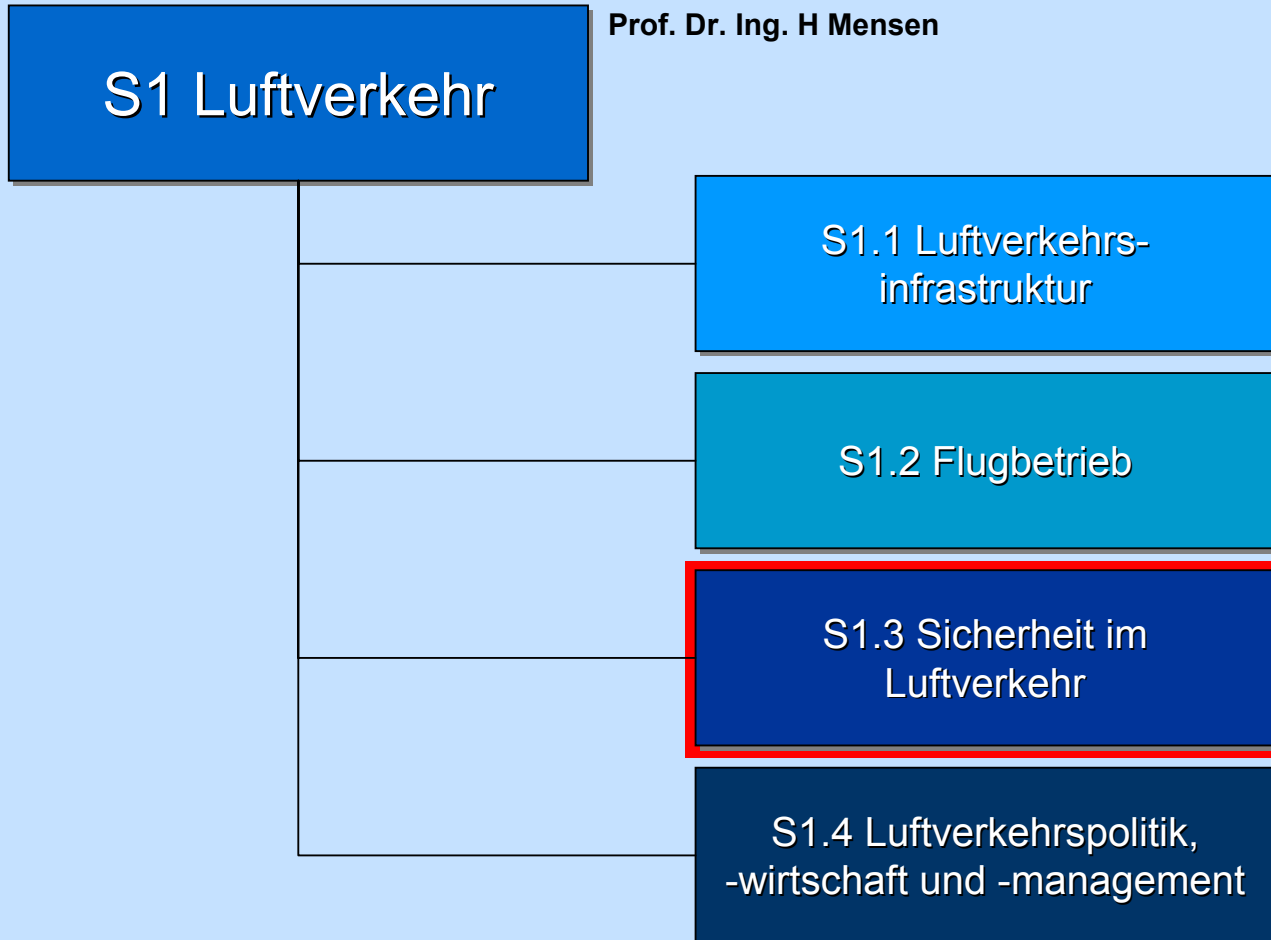




Sicherheit im Luftverkehr lässt sich langfristig gewährleisten, wenn alle sicherheitsrelevanten Aufgaben dauerhaft gelöst werden!



Prof. Dr. Ing. H Mensen



[Kai.Burkhardt@diehl-avionik.de](mailto:Kai.Burkhardt@diehl-avionik.de)

