



# **Aktive Sicherheitssysteme mit maschineller Wahrnehmung - Anforderungen, Potentiale und Einführungshemmnisse**

Volker von Holt / Dr. Markus Maurer



## Inhalt

- Funktionsausprägung und Wahrnehmung: 2 Aspekte
- Motivation „Aktive Sicherheit“: Fallbeispiel
- Unfallschwereminderung:
  - Situationsaspekte
  - Funktionsaspekte
  - Wahrnehmungsaspekte
- Funktionsbeispiel: Automatische Notbremse - ANB
  - Potentiale
  - Versuchsdemonstration
  - Risiken
  - Testverfahren
- Systematischer Entwurf von Sicherheitssystemen
- Zusammenfassung

## Funktionsausprägung

## Wahrnehmung

Welche Funktionen haben einen Kundennutzen und sind transparent ?

Was müssen wir wahrnehmen ?

Welche Funktionen können wir darstellen ?

Was können wir wahrnehmen ?



## Funktionsausprägung

Kategorien von Funktionen:

- informierende Systeme:  
LDW, CMS1  
(Kollisionswarnung)
- automatisch agierende  
Systeme: Tempomat, ACC
- autonom intervenierende  
Systeme: ABS, ESP, CMS2  
(ANB), CAV
- autonome Systeme

LDW Lane Departure Warning  
CMS Collision Mitigation System  
ANB Automatische Notbremse  
CAV Collision Avoidance

## Wahrnehmung

Kenndaten von Sensoren:

- Erfassungsbereich
- Objektklassen
- Objektattribute
- Genauigkeit
- Sicherheit



## Beschreibung

Unfallort: BAB A96 Richtung Lindau

Hergang: Audi A4 Fahrer fährt auf der linken Fahrspur. Ein LKW überholt auf derselben Fahrspur einen anderen LKW. Der LKW Fahrer gibt an, er sei schon einige Zeit auf der linken Fahrspur gefahren.  
Der Audi A4 Fahrer fährt vermutlich aus Unachtsamkeit in das Heck des LKW's auf der linken Fahrspur.

Umgebung: Zweispurige Autobahn mit seitlichem „Pannestreifen“  
Begrenzung rechts und links durch Schutzplanken

Sicht/Witterung: Tageszeit - Tag  
Kein Niederschlag  
Kein Nebel  
überwiegend wolkenlos

# Analyse eines Einzelfalls



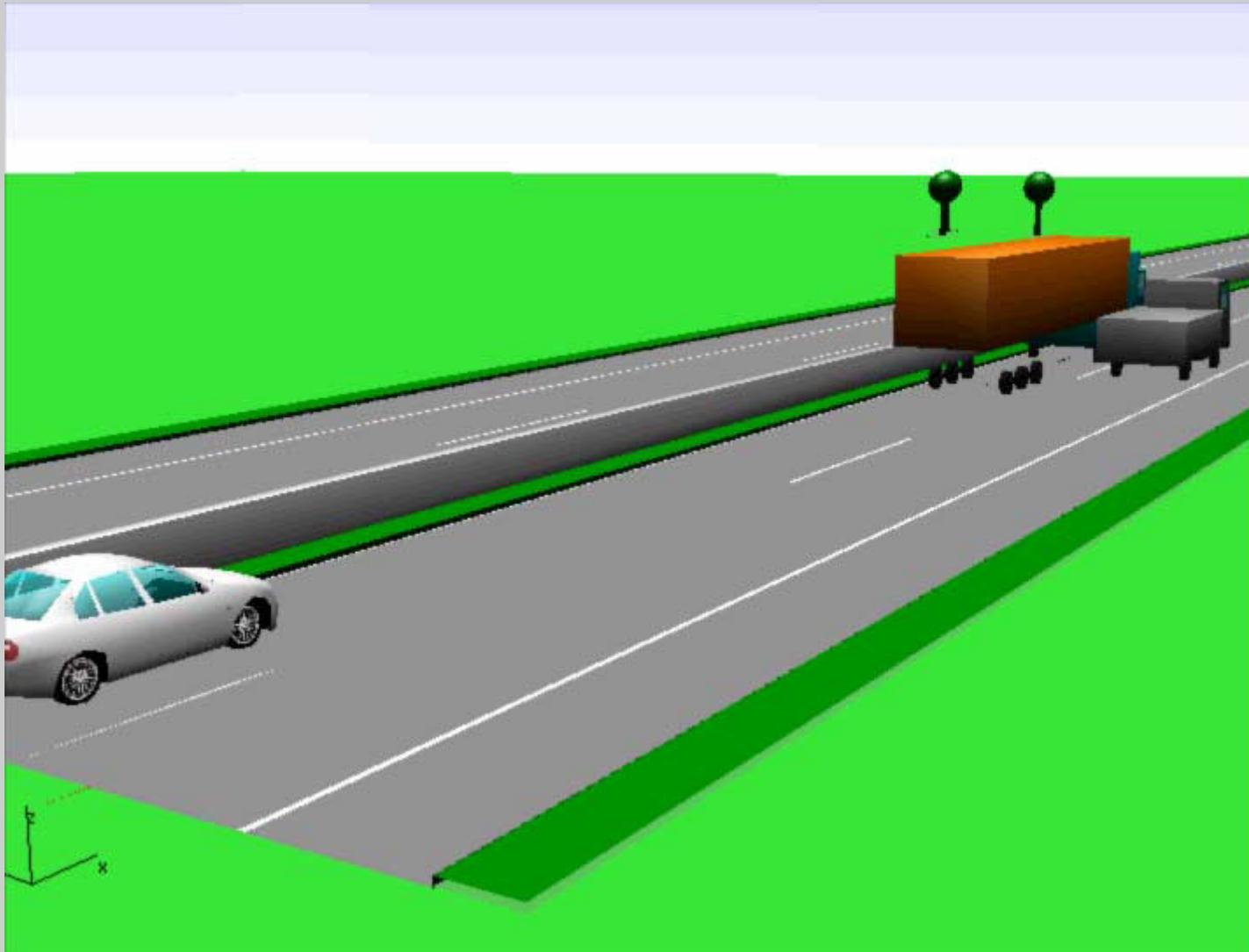
Unfallstelle in Fahrtrichtung; Fahrzeuge befuhren linken Fahrstreifen

# Analyse eines Einzelfalls



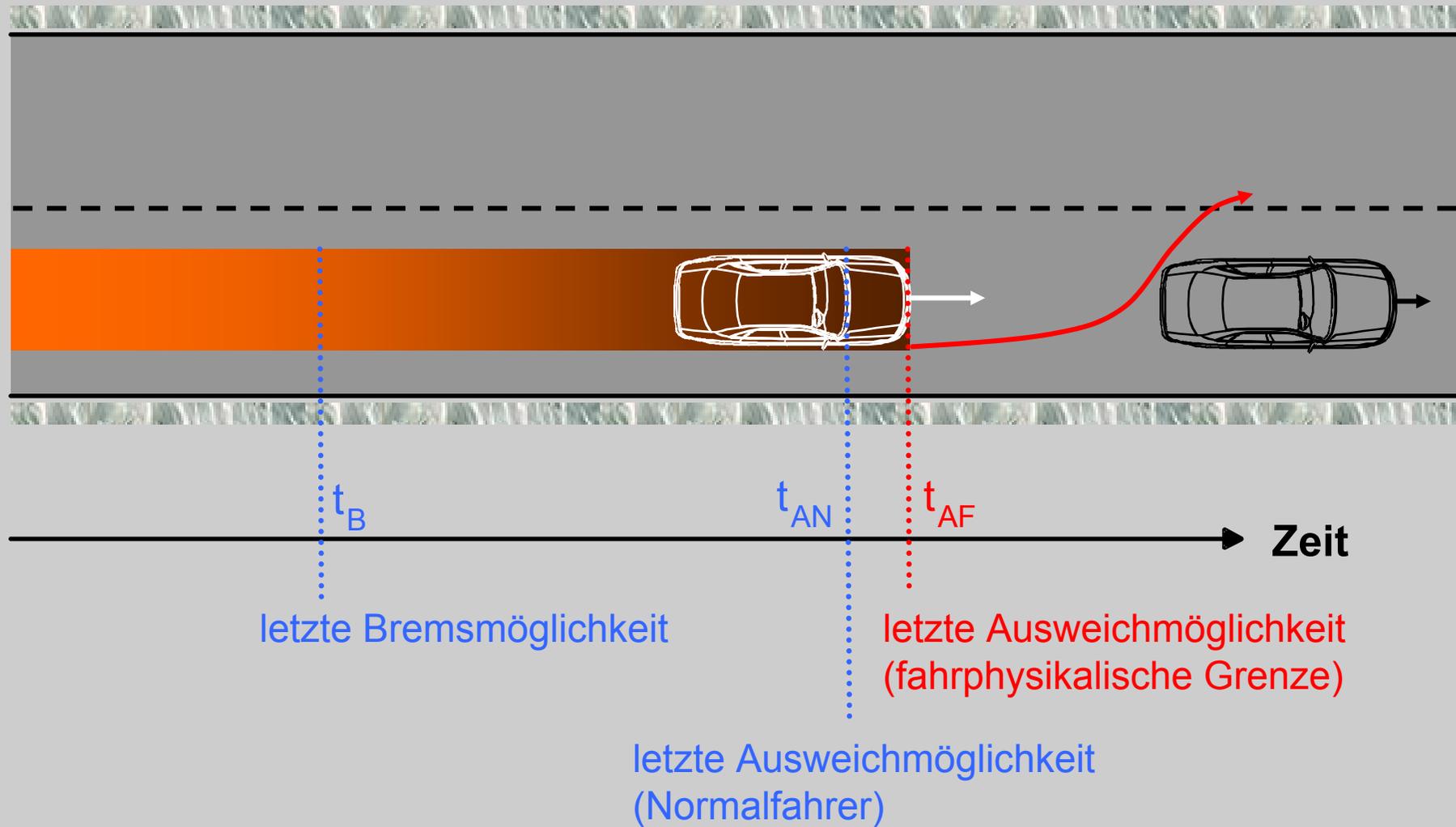
Unfallstelle in Fahrtrichtung; Fahrzeuge befuhren linken Fahrstreifen

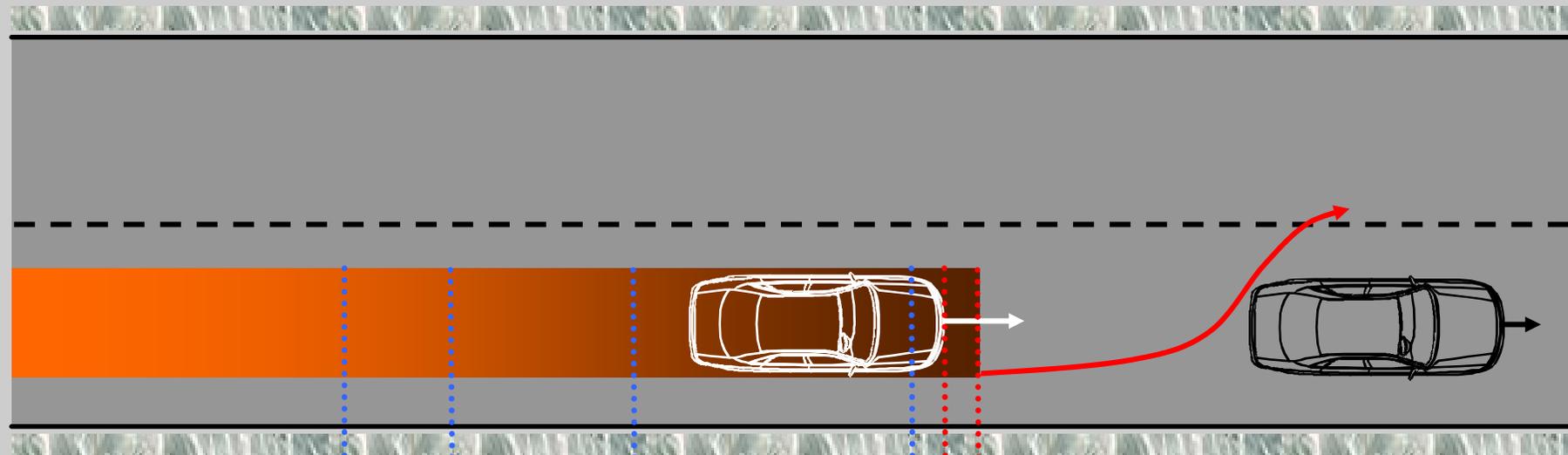
# Analyse eines Einzelfalls: Rekonstruktion





Endlage der beteiligten Fahrzeuge





## ACC

- Abstandsregelung

- Warnsummer
- Kontrollampe

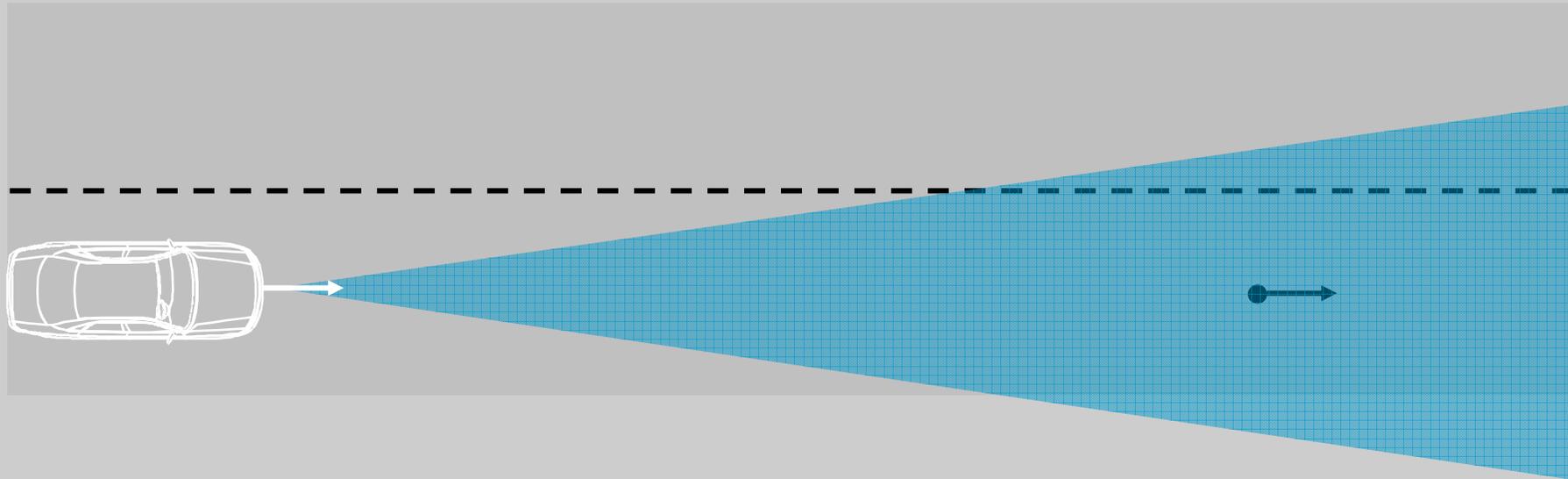
- reversibler Gurtstraffer
- Bremsbacken anlegen

- Bremsung mit  $3-4 \text{ m/s}^2$

- alternativ: **CAV**
- automatisches Ausweichen

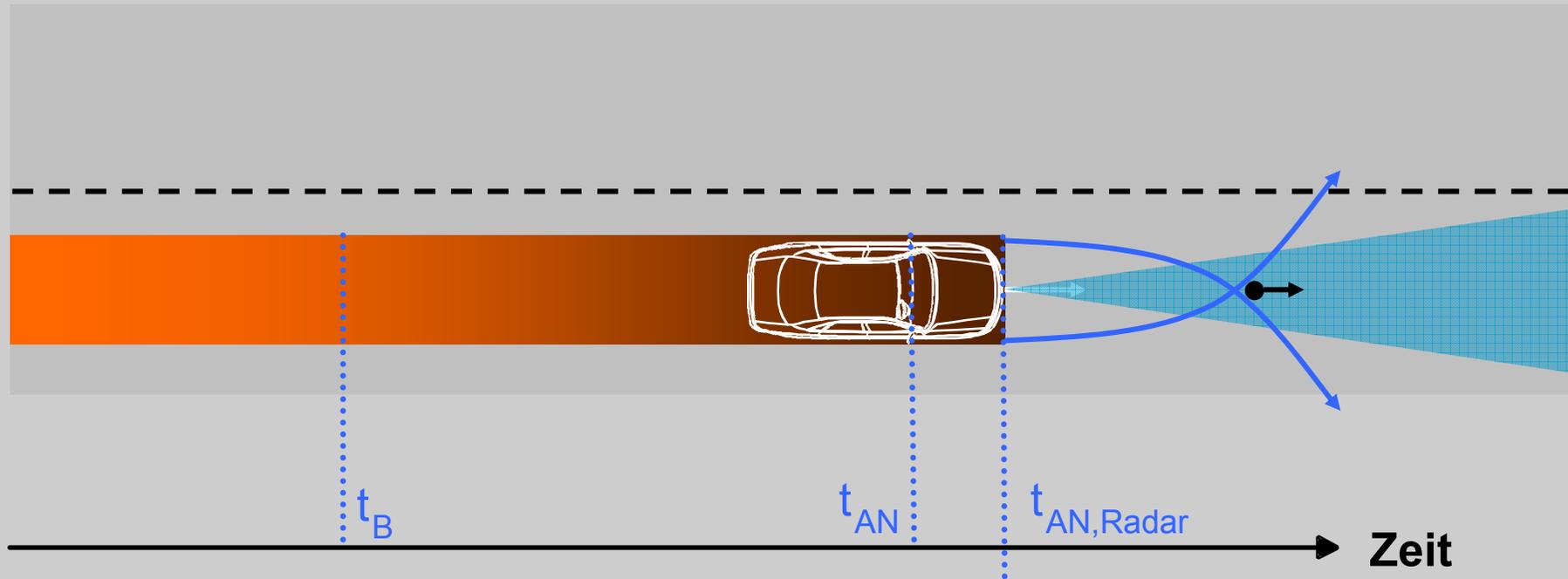
- AUDI: Automatische Notbremse (**ANB**)

CMS: Collision Mitigation System, Honda



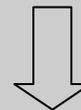
## Fernbereichsradar:

- Erfassungsbereich: 120m / 16 Grad Öffnungswinkel
- keine Erkennung des befahrbaren Bereichs möglich
- keine Erkennung der Objektbreite möglich
- nur bewegte Objekte sind relevante Objekte



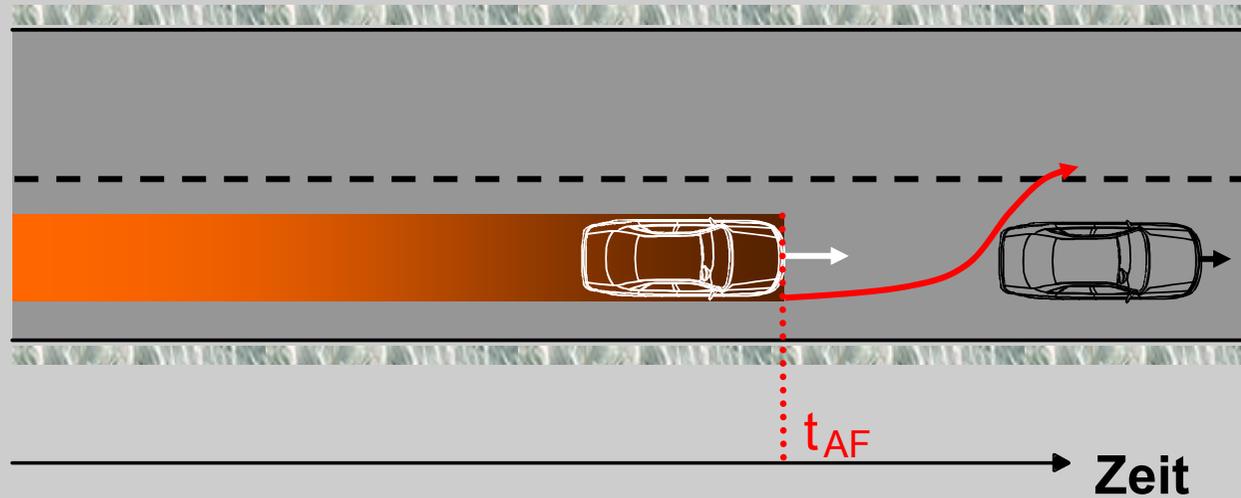
Zeitpunkt für Bremskriterium bleibt identisch !

Zeitpunkt für Ausweichkriterium verschiebt sich !



Nutzenreduzierung

# AUDI: Automatische Notbremse (ANB)



AUDI-Vorstellung:

Auslösen einer Notbremse, wenn Unfall nicht mehr vermeidbar

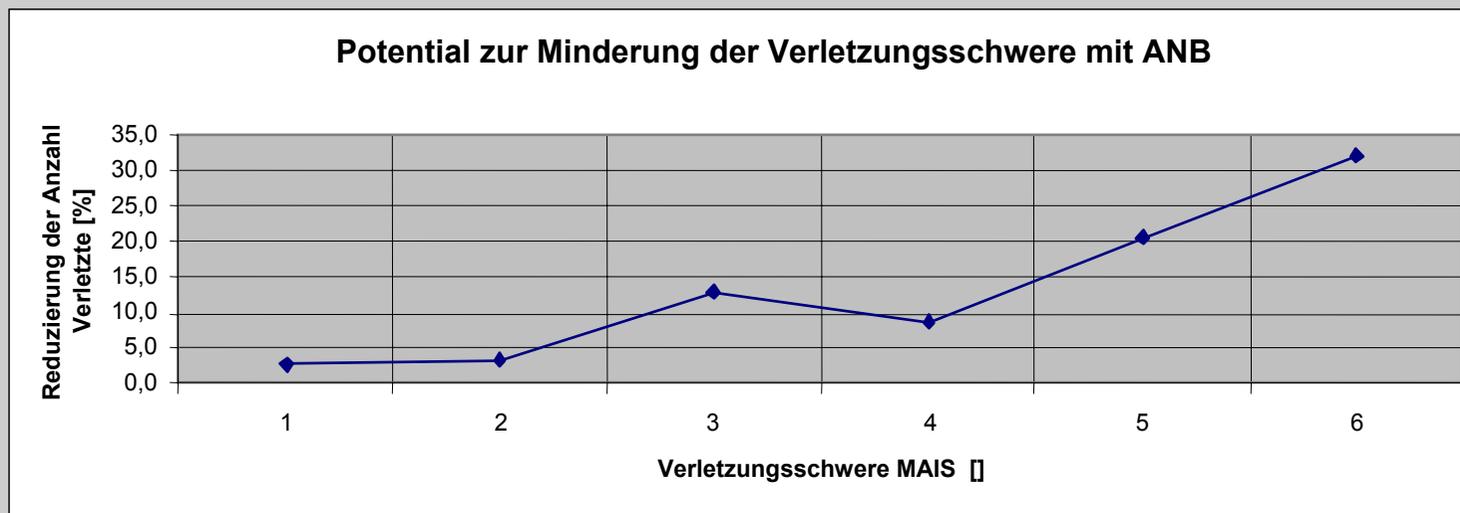
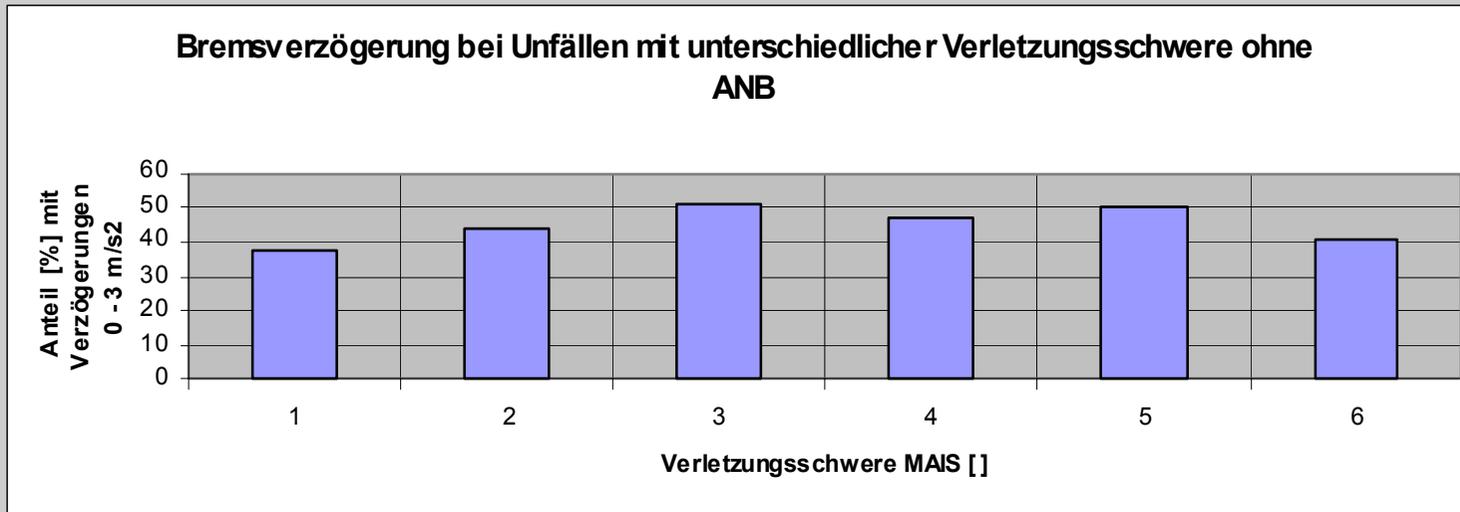
(ANB: Automatische Notbremse)

Randbedingung: Druckaufbaudynamik  $\geq 400$  bar/s



## Theoretisches Potential von ANB

Kopischke, 2000



## Definition der Unfallschwere

| AIS |                    | Verletzungsbeispiele   |
|-----|--------------------|--|
| 1   | leicht verletzt    | Schürfung, Prellung, Rippenbruch   |
| 2   | mäßig verletzt     | leichte Gehirnerschütterung ohne Bewußtlosigkeit<br>Rippenbruch (2-3 Rippen), geschlossener Armbruch                         |
| 3   | ernstlich verletzt | offene Wunden mit Nerven- oder Gefäßverletzungen<br>Gehirnerschütterung mit Bewußtlosigkeit                                  |
| 4   | schwer verletzt    | Wunden mit gefährlichen Blutungen, multiple Frakturen mit Organschädigung;<br>Gehirnerschütterung mit neurologischen Zeichen |
| 5   | kritisch verletzt  | Organrupturen, schweres Schädeltrauma, Verbrennungen 3. Grades   |
| 6   | nicht behandelbar  | massive Kopf- oder Brustquetschungen   |

AIS: Abbreviated Injury Scale

MAIS: Maximum auf der AIS über alle Körperregionen

## Wirtschaftliche Kosten bei Personenschäden (Quelle: BaST)

|                 |              |
|-----------------|--------------|
| Getötete        | 2.358.000 DM |
| Schwerverletzte | 161.000 DM   |
| Leichtverletzte | 7.300 DM     |

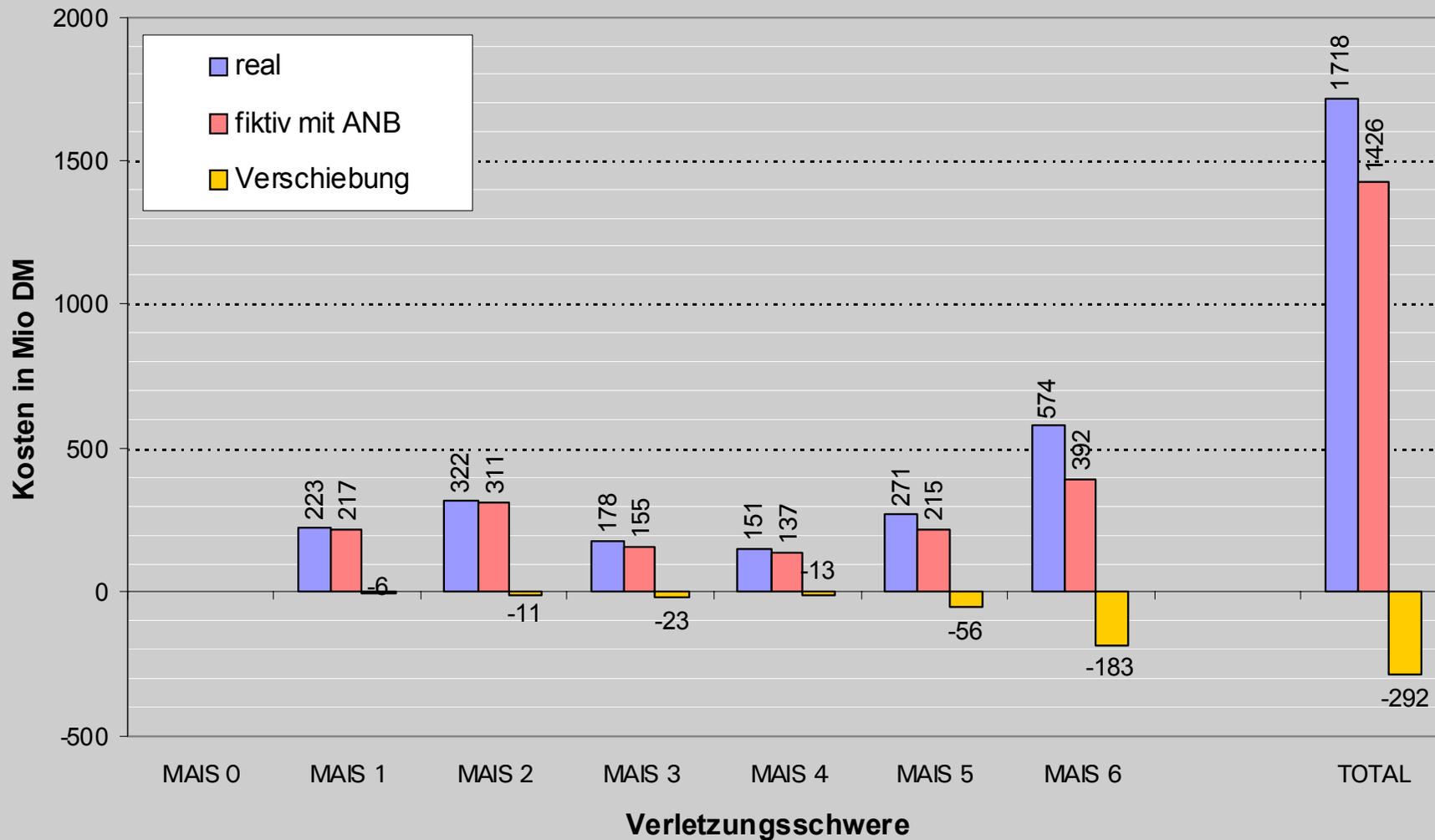
Gesamtwirtschaftliche Kosten für Personenschäden bei  
Straßenverkehrsunfällen je Person in 1998  
(Bundesanstalt für Straßenwesen)

## Theoretischer Nutzen von ANB

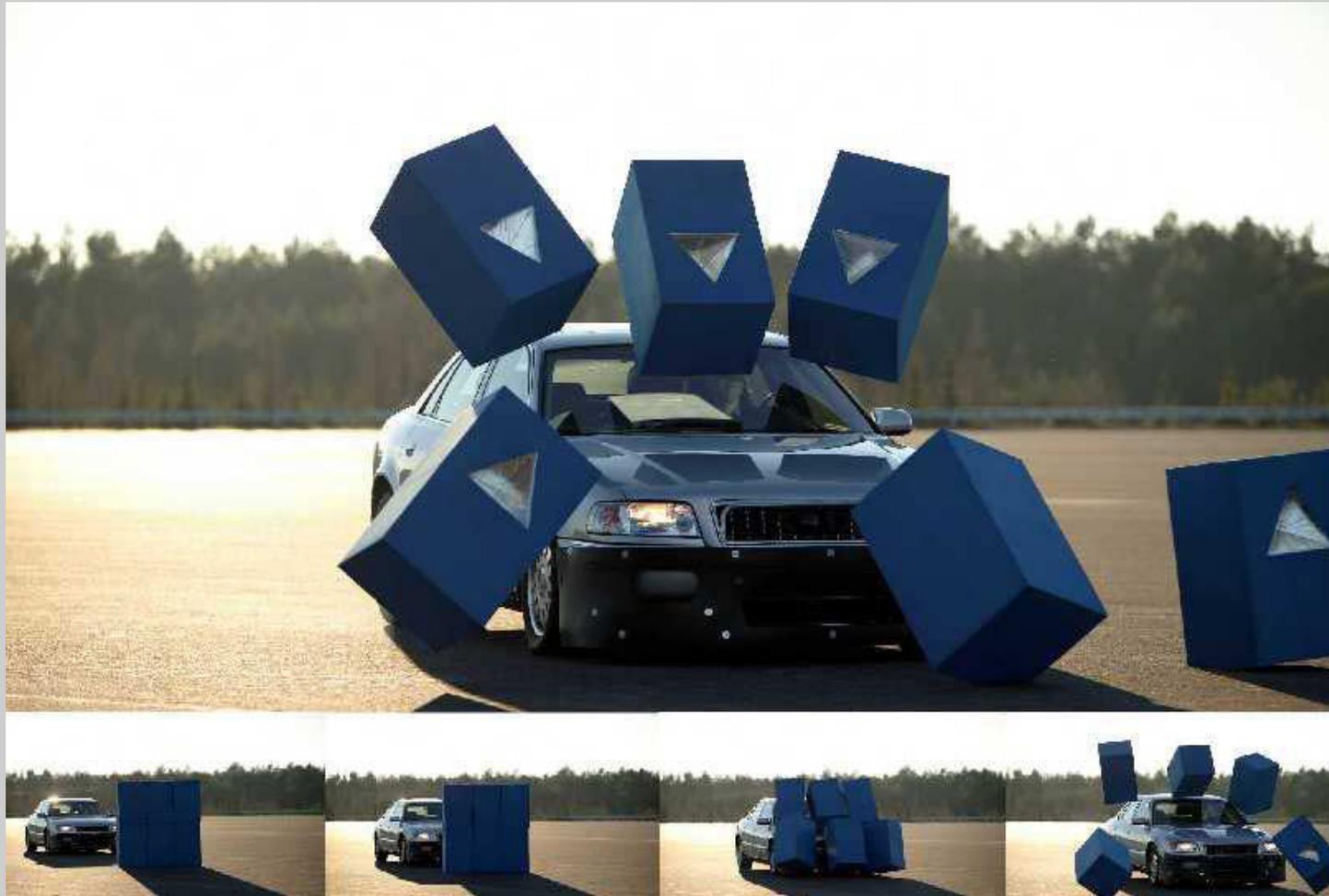
Verletzungskosten hochgerechnet auf die Bundesstatistik

- real und unter der Annahme einer Collision Mitigation -

Kopischke, 2000



## Automatische Notbremse: ANB

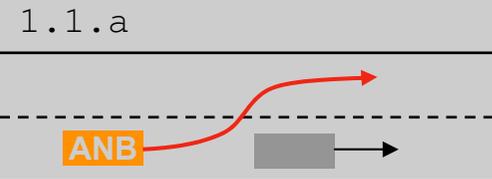


## Testverfahren für ANB



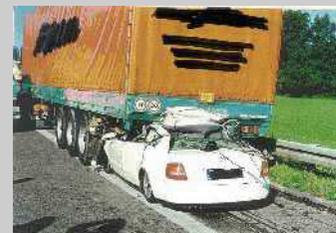
**No Fire-Test im öffentlichen Straßenverkehr**

**Auslösetests auf Prüfgelände**

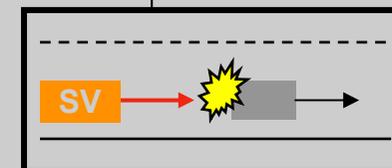


**No Fire-Test in der Simulation**

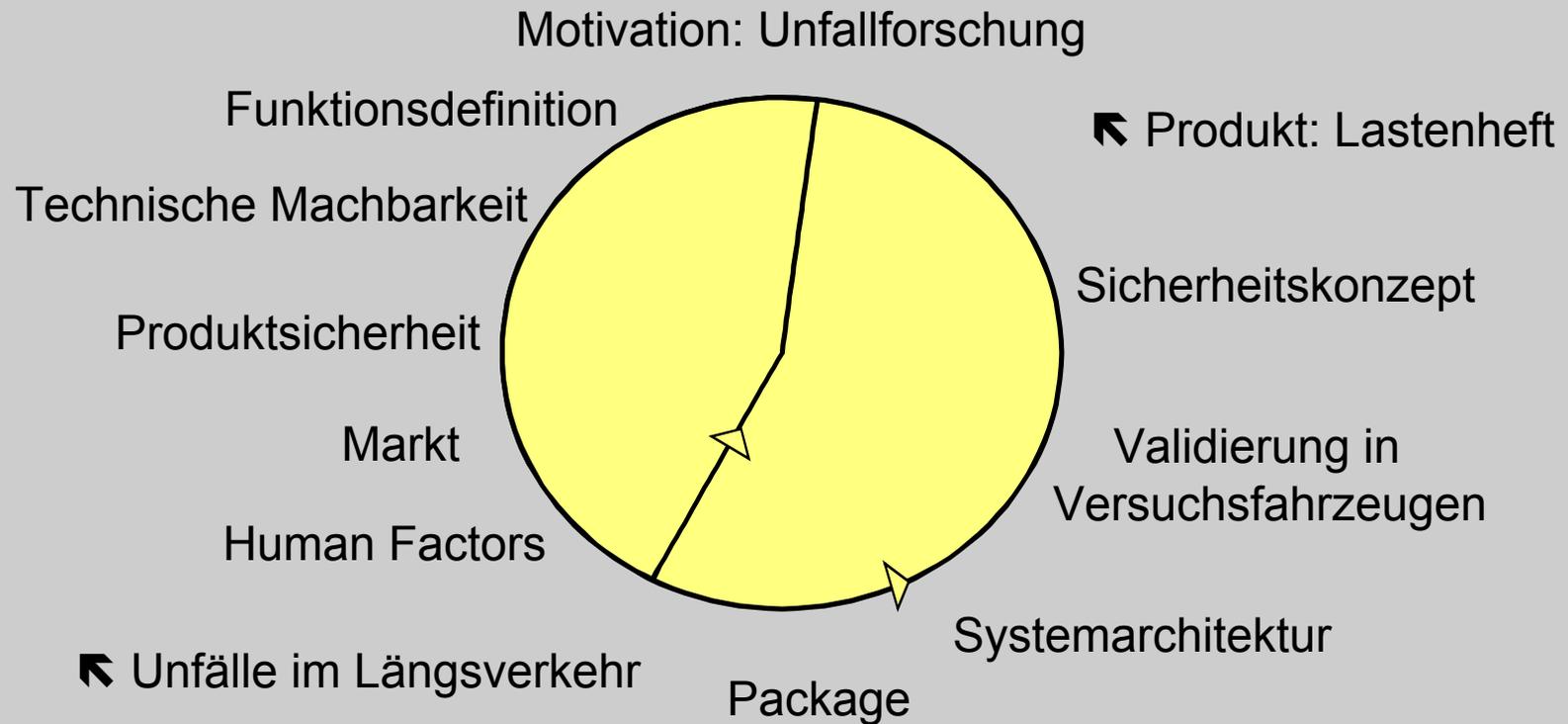
**Auslösetests in der Simulation**



**Prognose über Nutzen**

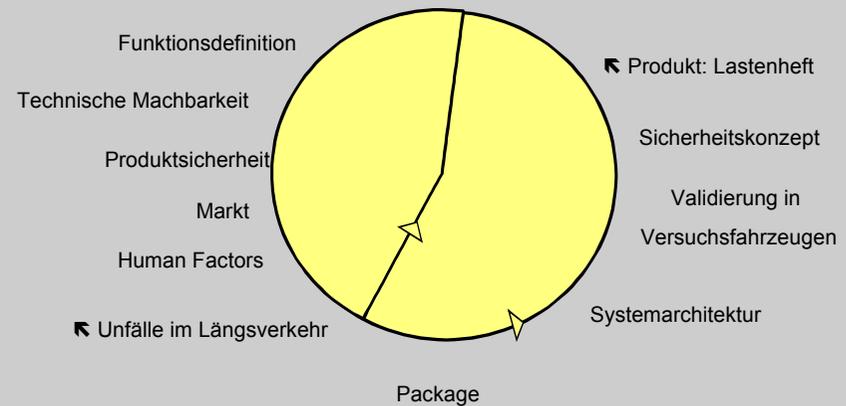


## Systematischer Entwurf



## Unfallforschung

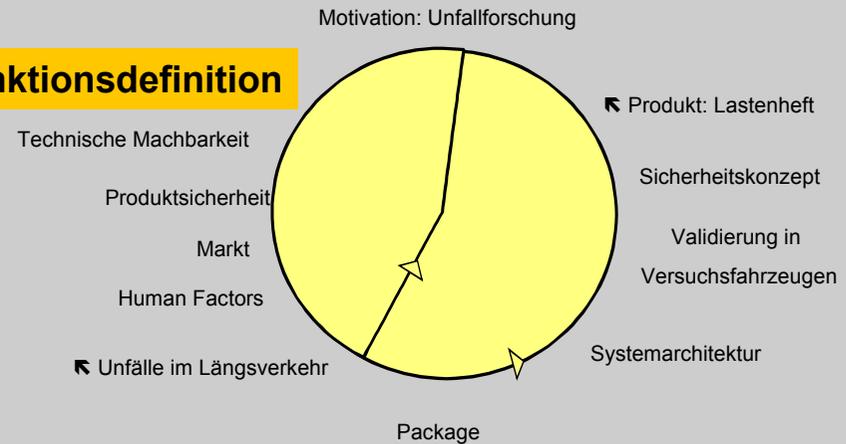
### Motivation: Unfallforschung



- quantitative Prognose über Nutzen des Systems aufgrund von Unfalldatenbanken
- Bewertung unterschiedlicher Systemausprägungen

## Funktionsdefinition

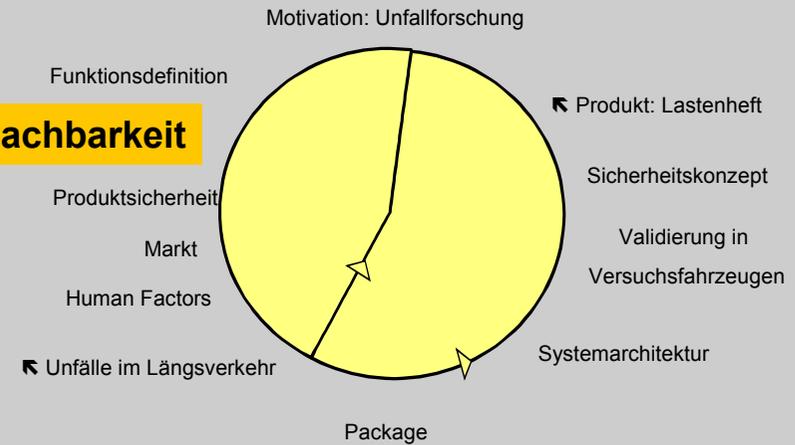
### Funktionsdefinition



- Entwurf von Funktionsdefinitionen nach der Response-Checklist (Kopf et al., 1999)
- Diskussion und Auflösung von Auslegungskonflikten

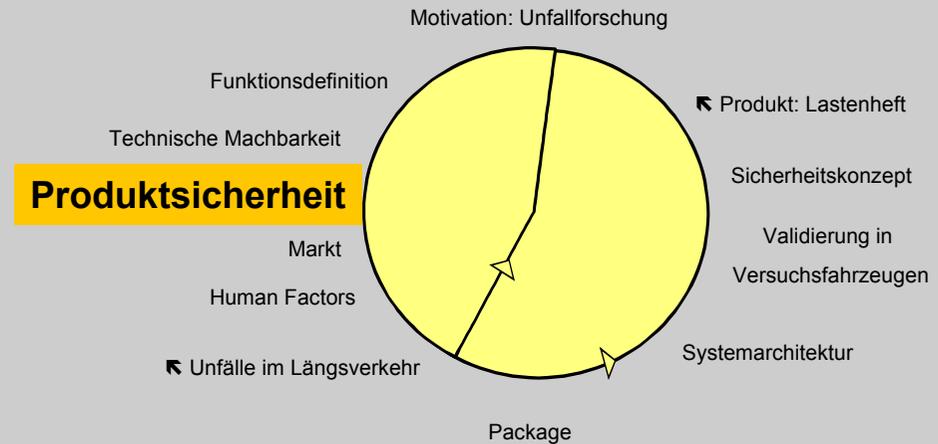
## Technische Machbarkeit

### Technische Machbarkeit



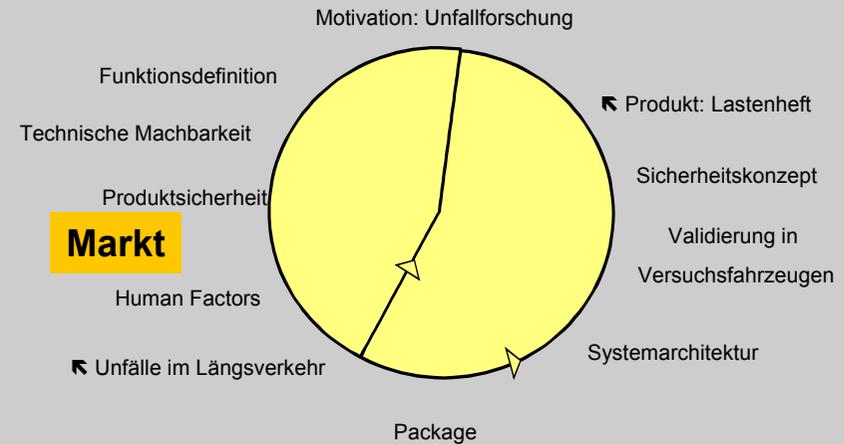
- Auswahl geeigneter Sensorik, Aktuatorik und Steuergeräte

## Produktsicherheit



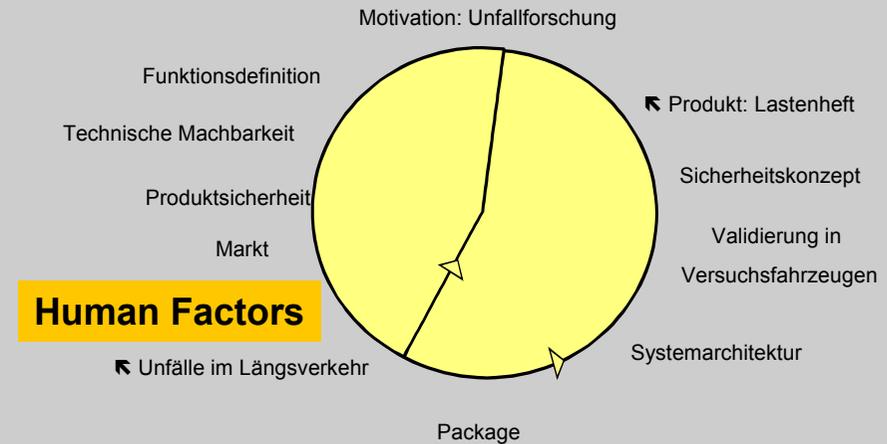
- Anforderungen in Funktionsdefinition berücksichtigen
- redundante Sensorik auch für die Wahrnehmung ?
- Kommunikation von Funktionslücken und Systemgrenzen

## Markt



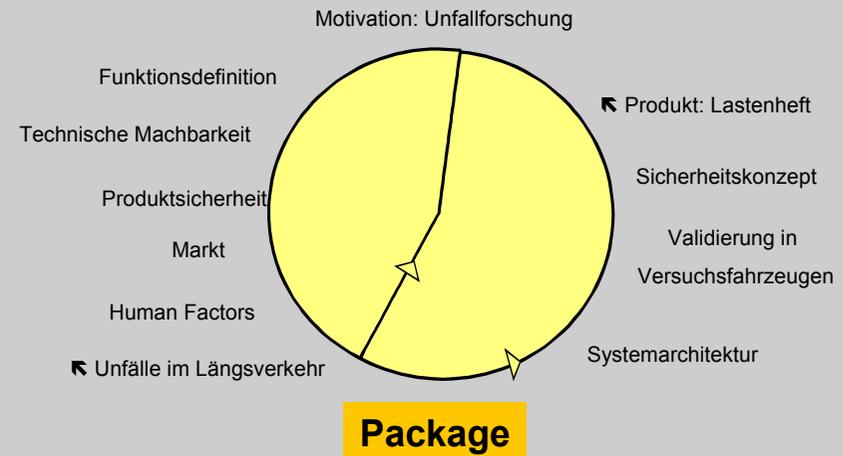
- Entwicklung einer Vermarktungsstrategie
- Abschätzen Marktchancen
- markenspezifische Funktionsdefinition ?

## Human Factors



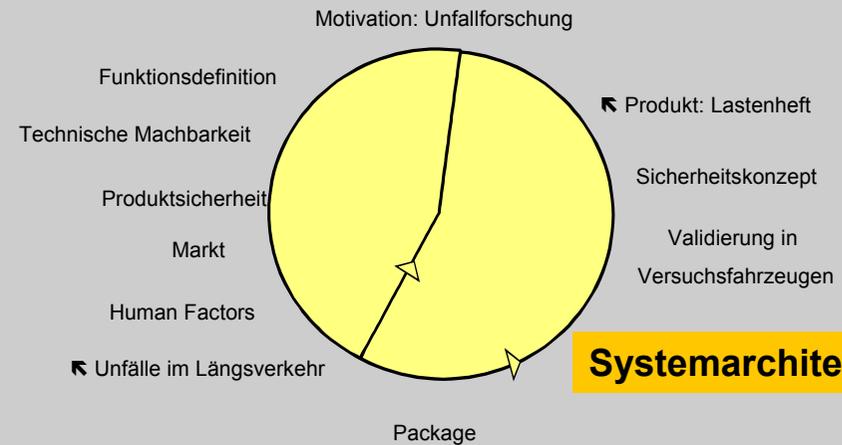
- nutzertransparente Funktionsdefinition
- Bedienbarkeit und Misuse
- Verhalten an Systemgrenzen

## Package



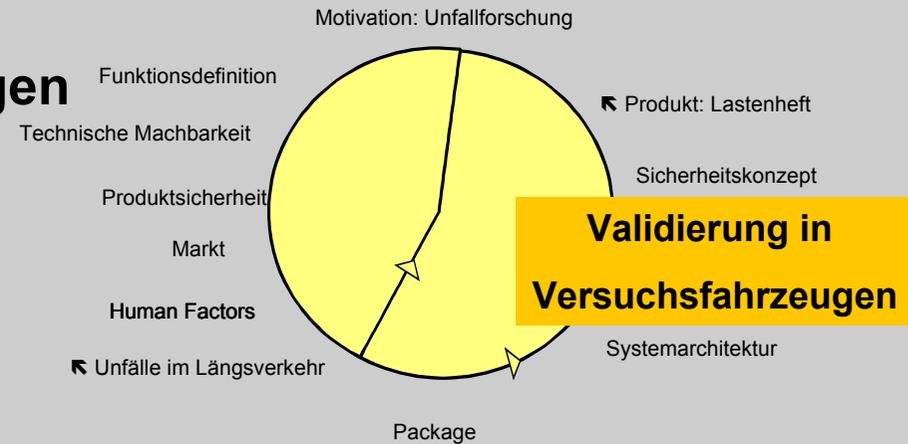
- Einbauorte frühzeitig im Fahrzeug freihalten
- Einbinden in das Designkonzept

## Systemarchitektur



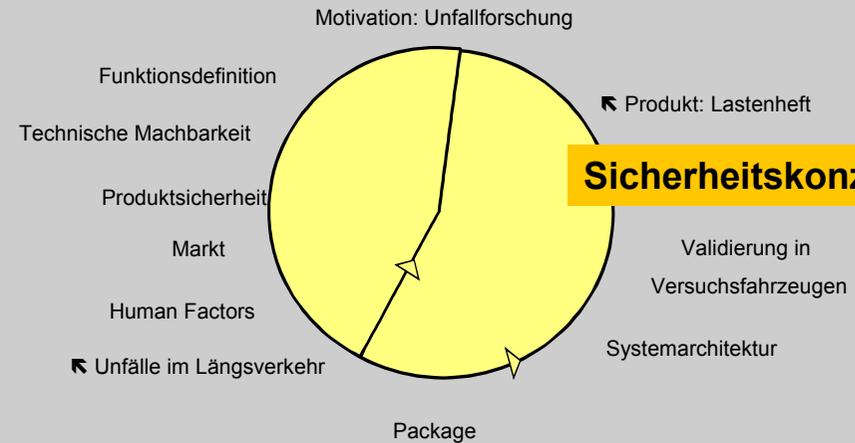
- funktionale Systemarchitektur definieren
- Hardware und Prozeßarchitektur entwickeln
- Klassen, Objekte festlegen; Hierarchie und Verhalten definieren

## Validierung in Versuchsfahrzeugen



- Validieren der Funktionsdefinitionen in Versuchsfahrzeugen
- Testkonzepte für Absicherung entwickeln

## Sicherheitskonzept



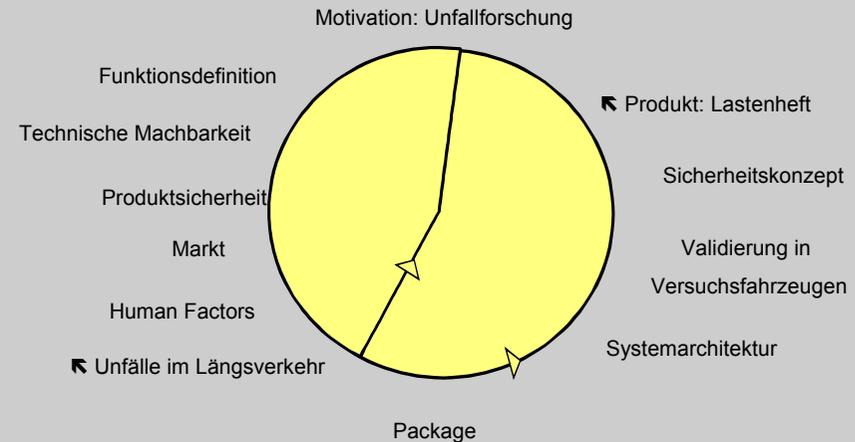
- Sicherheitskonzepte erstellen
- Hazards identifizieren, FTA , FMEA durchführen

## Resümee

- Systematische Vorgehensweise in der Konzeptphase unterstützt

- kundenorientierten Systementwurf
- Systementwurf marktfähiger Systeme
- Identifikation von Auslegungskonflikten
- sachliche Diskussion der Auslegungskonflikte
- Risiko-Nutzenabschätzung

⇒ **Entstehungsprozeß von Sicherheitssystemen**



## Zusammenfassung

- Herausforderung identifiziert:  
Sicherheitssysteme mit maschineller Wahrnehmung
- Einzelfallanalyse von Unfällen
- Systeme zur Erhöhung der Sicherheit
- Situations-, Funktions- und Wahrnehmungsaspekte
- Diskussion des Fallbeispiels ANB:  
Potentiale, Risiken und Testverfahren
- **Systematisches Vorgehen** für die  
Auslegung von Sicherheitssystemen vorgeschlagen



**Vielen Dank !**