



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



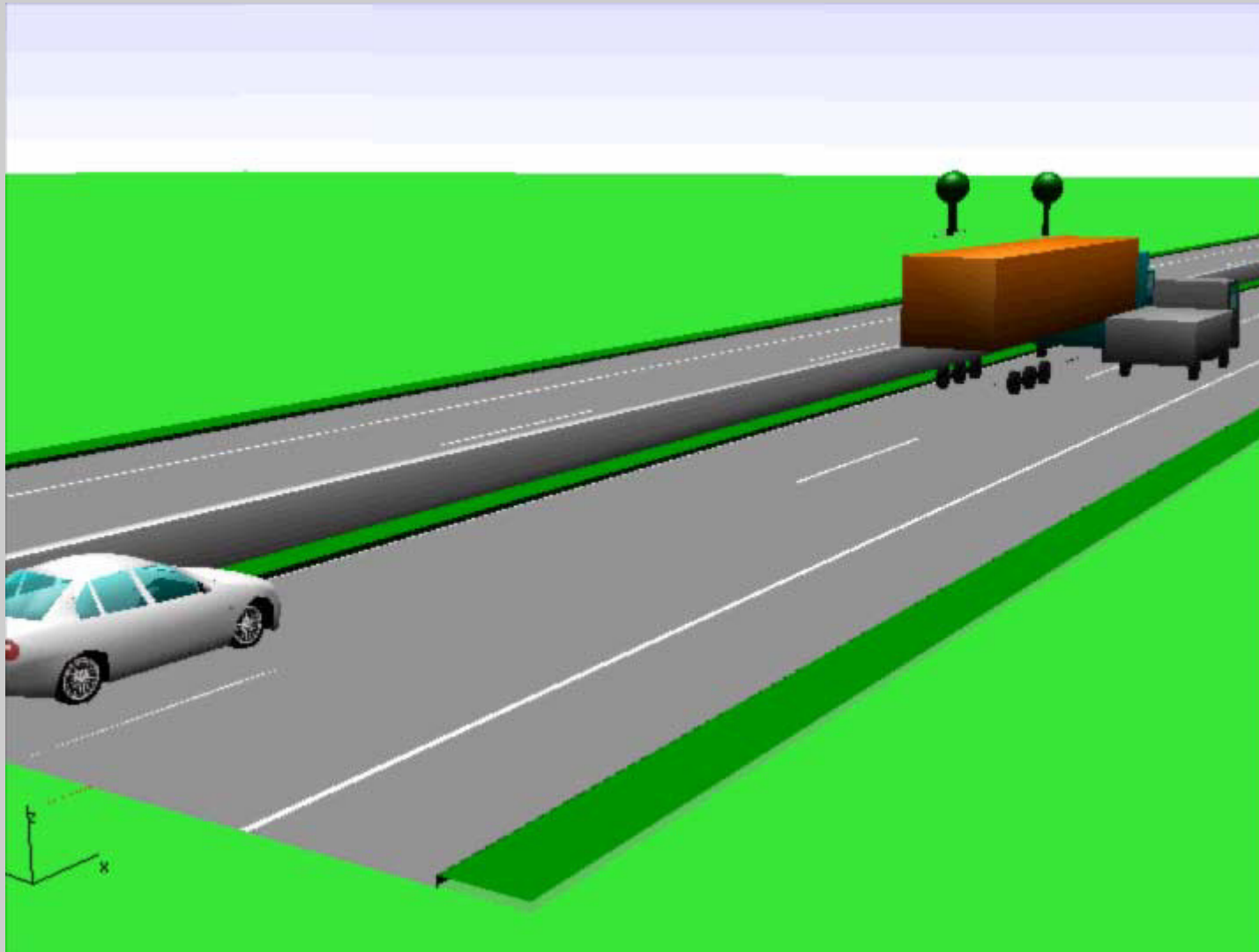
Unfallstelle in Fahrtrichtung; Fahrzeuge befuhren linken Fahrstreifen

Analyse eines Einzelfalls



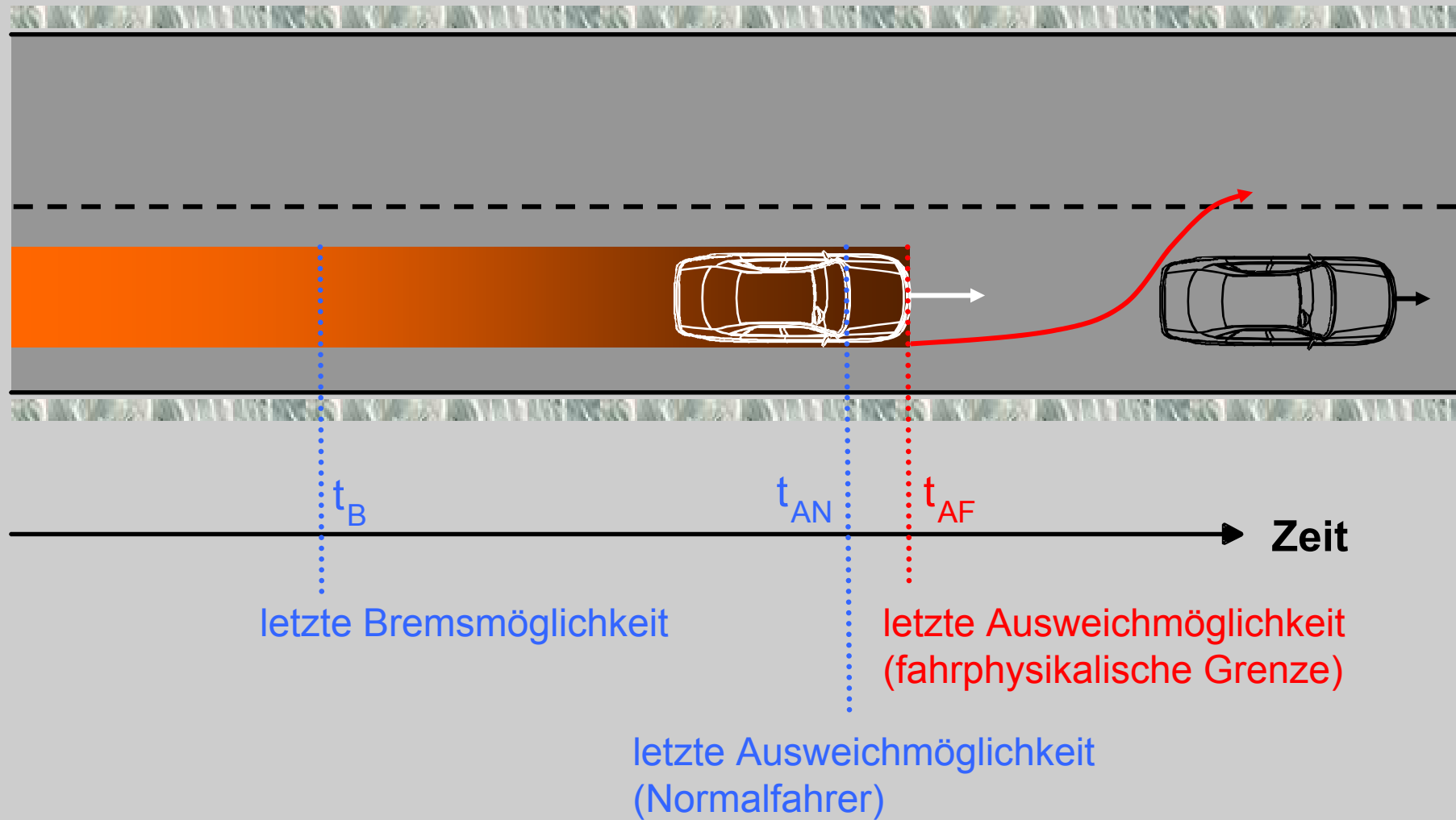
Unfallstelle in Fahrtrichtung; Fahrzeuge befuhren linken Fahrstreifen

Analyse eines Einzelfalls: Rekonstruktion

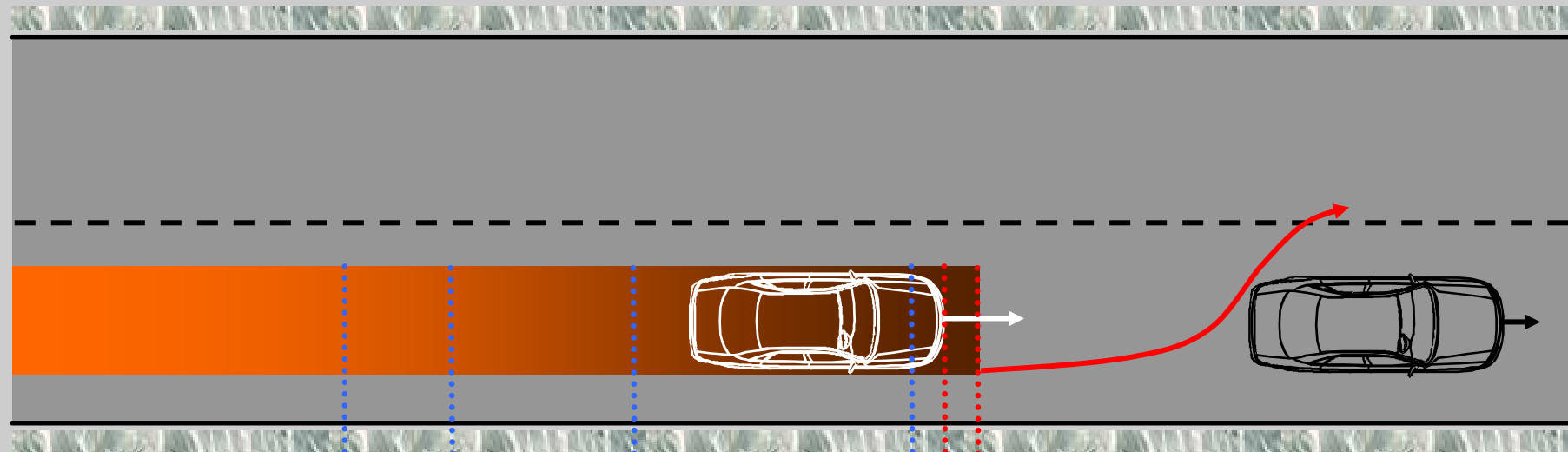




Endlage der beteiligten Fahrzeuge



Unfallschwereminderung: Funktionsaspekte



ACC
• Abstandsregelung

CMS1
• Warnsummer
• Kontrollampe

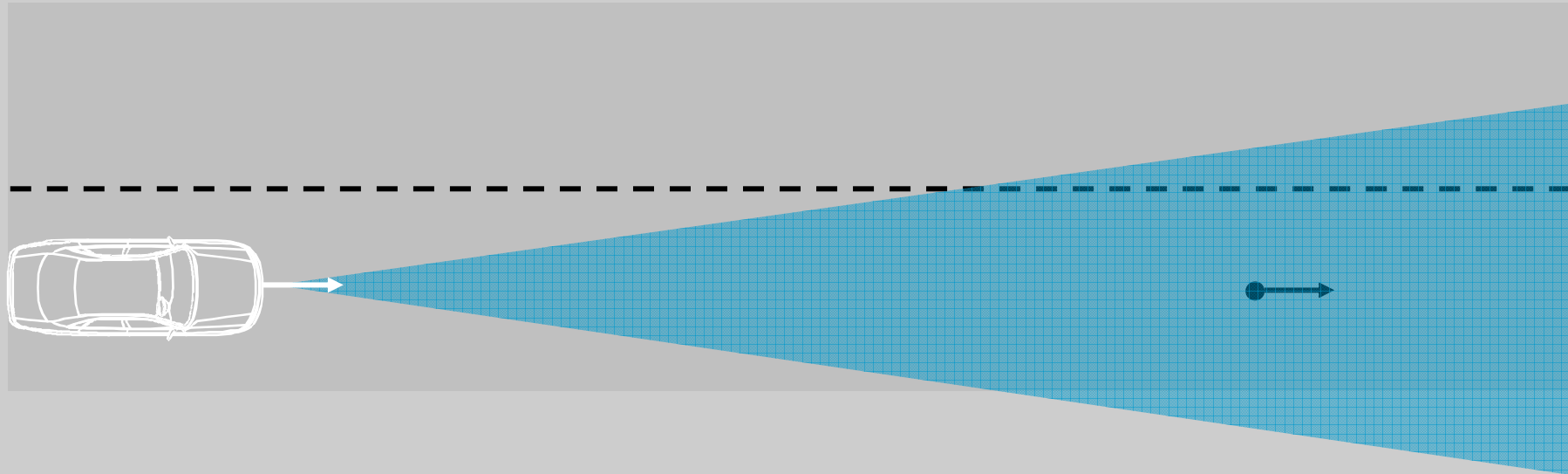
CMS2
• reversibler Gurtstraffer
• Bremsbacken anlegen

CMS3
• Bremsung mit $3-4 \text{ m/s}^2$

alternativ: **CAV**
• automatisches Ausweichen

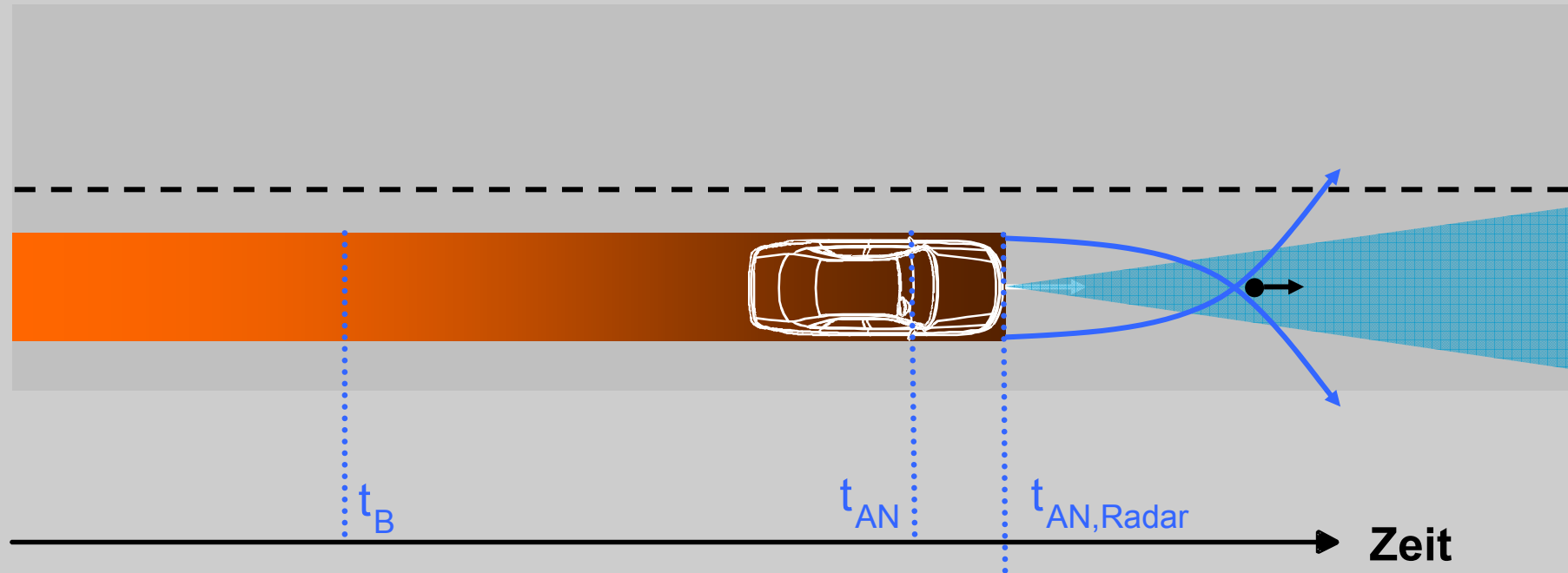
AUDI:
Automatische Notbremse (**ANB**)

CMS: Collision Mitigation System, Honda



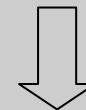
Fernbereichsradar:

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



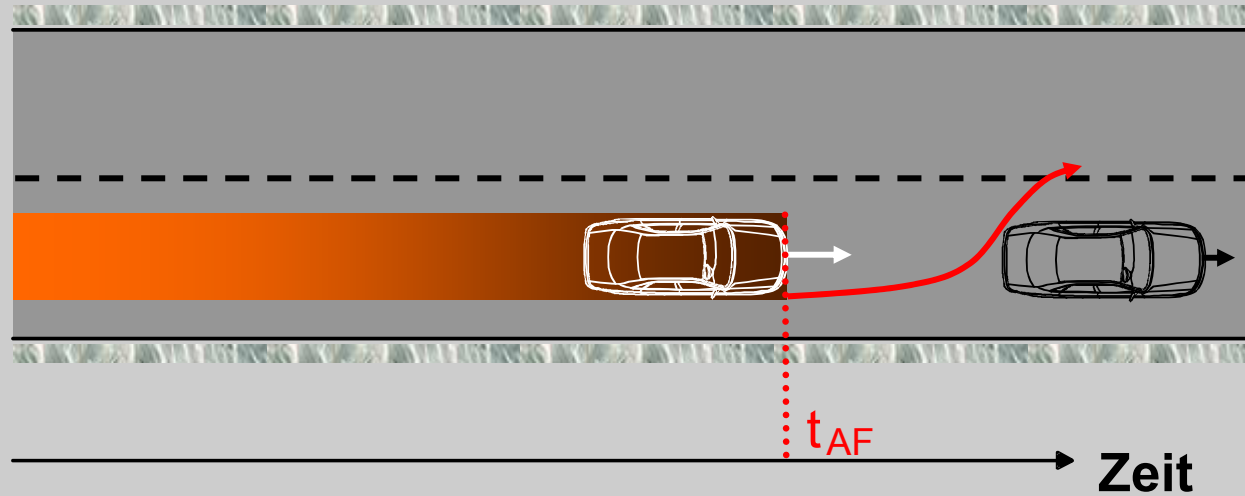
Zeitpunkt für Bremskriterium
bleibt identisch !

Zeitpunkt für Ausweichkriterium
verschiebt sich !



Nutzenreduzierung

AUDI: Automatische Notbremse (ANB)



AUDI-Vorstellung:

Auslösen einer Notbremse, wenn Unfall nicht mehr vermeidbar

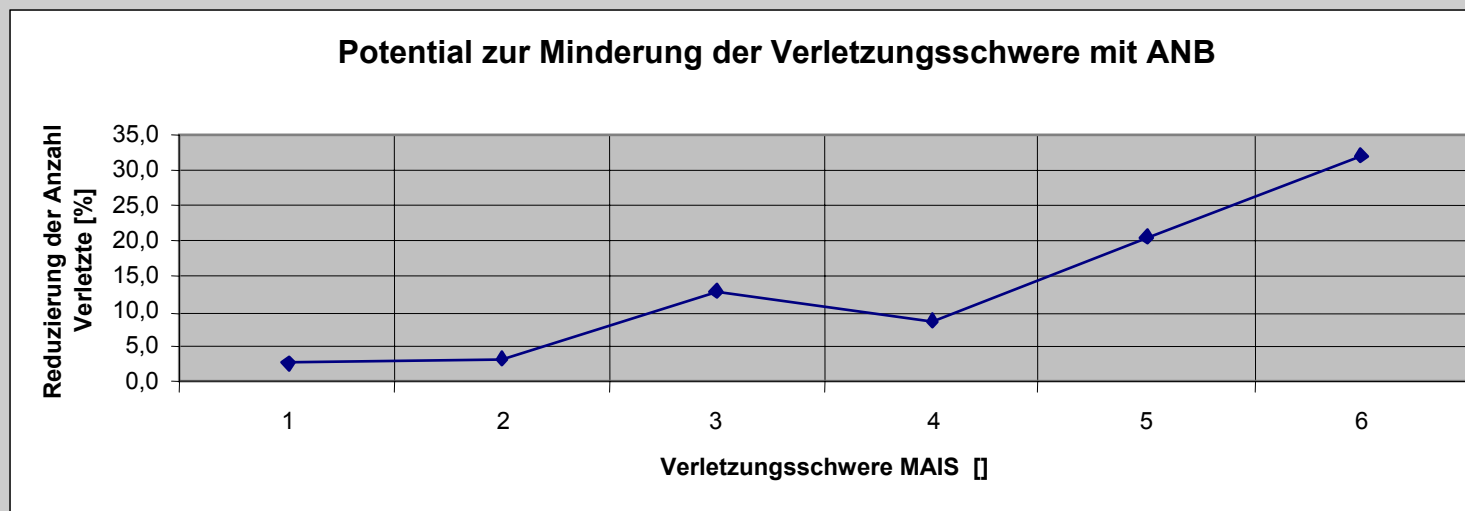
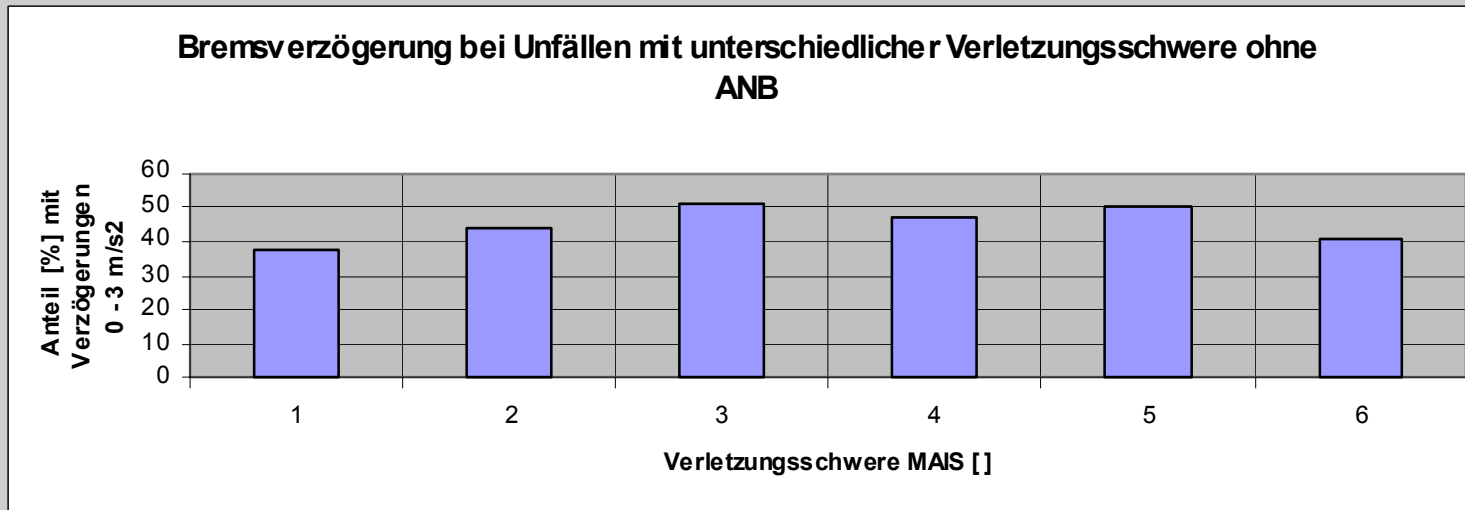
(ANB: Automatische Notbremse)

Randbedingung: Druckaufbaudynamik ≥ 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 Rippenbruch (2-3 Rippen), geschlossener Armbruch
3	ernstlich verletzt	offene Wunden mit Nerven- oder Gefäßverletzungen Gehirnerschütterung mit Bewußtlosigkeit
4	schwer verletzt	Wunden mit gefährlichen Blutungen, multiple Frakturen mit Organschädigung; 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

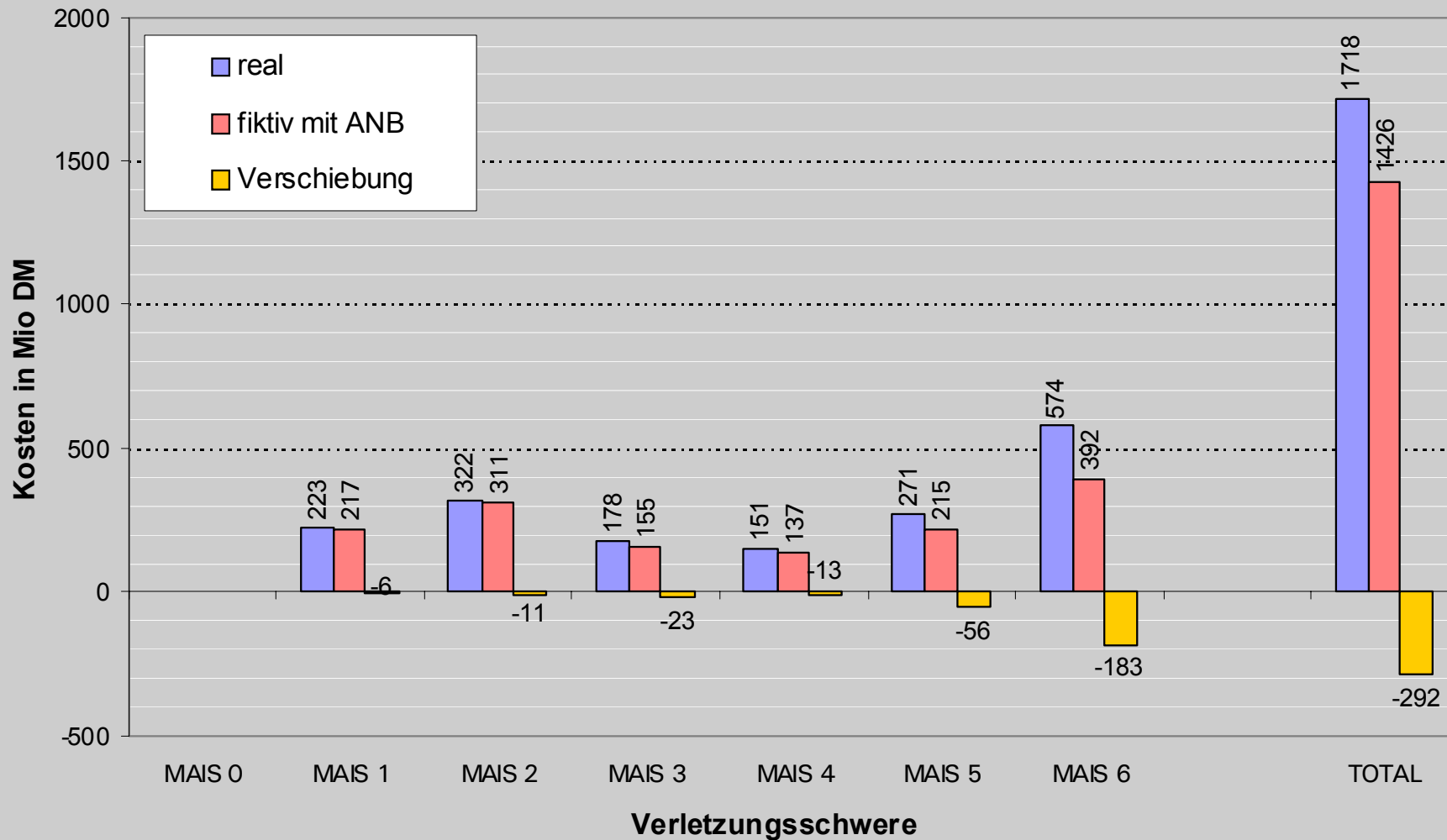
Gesamtwirtschaftliche Kosten für Personenschäden bei
Straßenverkehrsunfällen je Person in 1998
(Bundesanstalt für Straßenwesen)

Theoretischer Nutzen von ANB

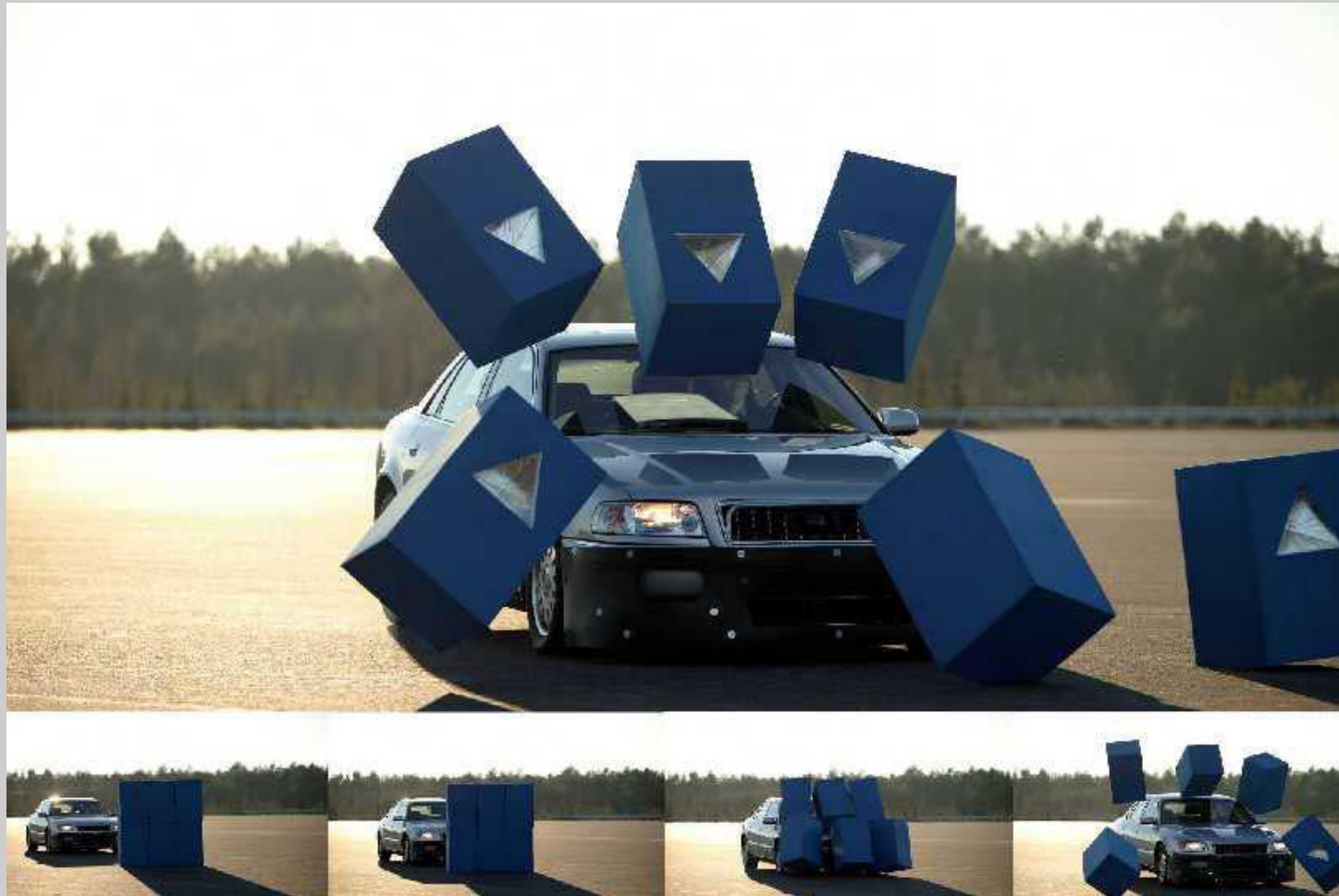
Verletzungskosten hochgerechnet auf die Bundesstatistik

- real und unter der Annahme einer Collision Mitigation -

Kopischke, 2000



Automatische Notbremse: ANB

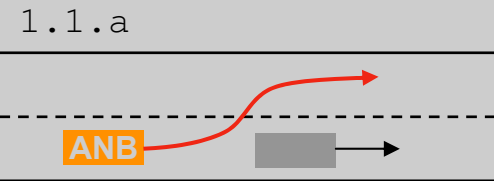


Testverfahren für ANB



No Fire-Test im öffentlichen Straßenverkehr

Auslösetests auf Prüfgelände

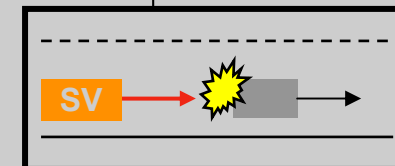


No Fire-Test in der Simulation

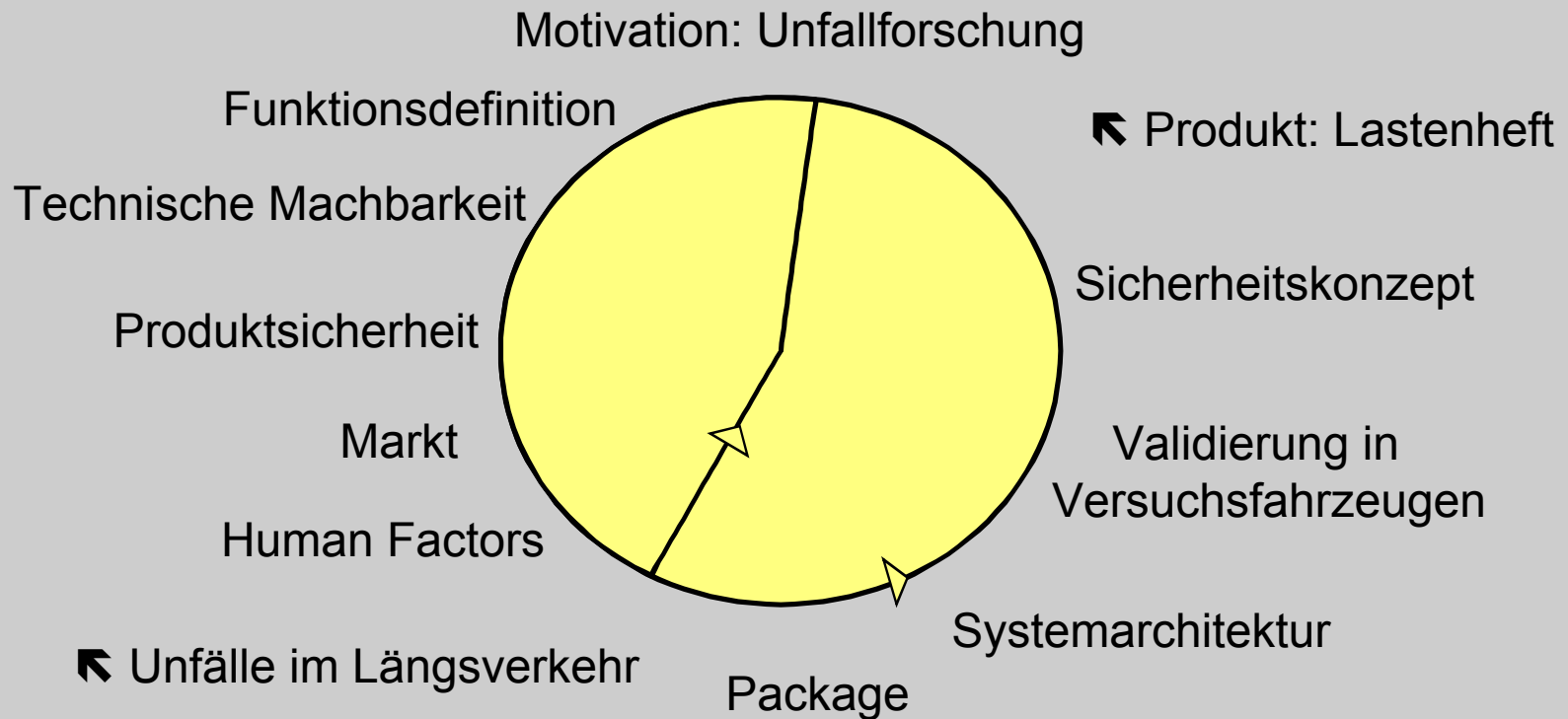
Auslösetests in der Simulation



Prognose über Nutzen

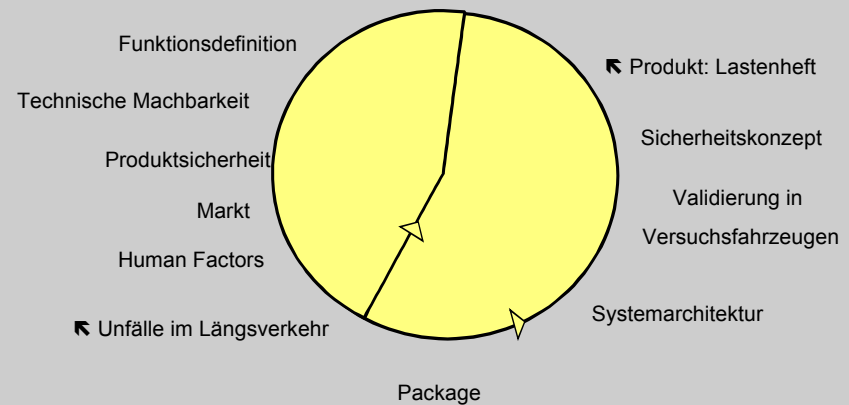


Systematischer Entwurf



Unfallforschung

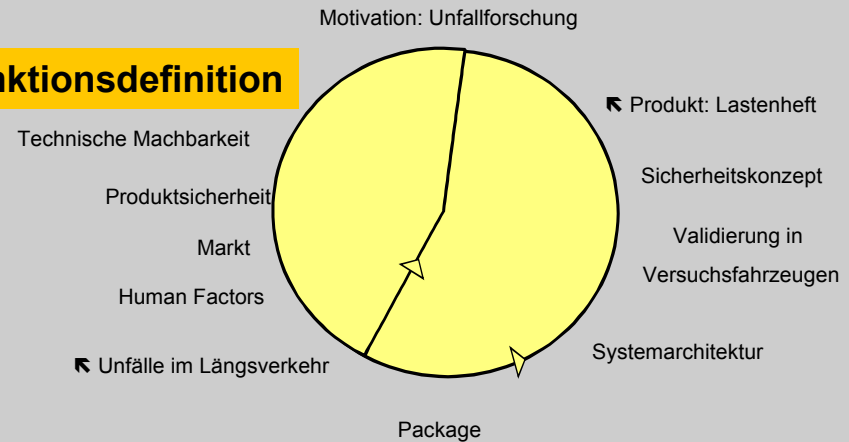
Motivation: Unfallforschung



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

Funktionsdefinition

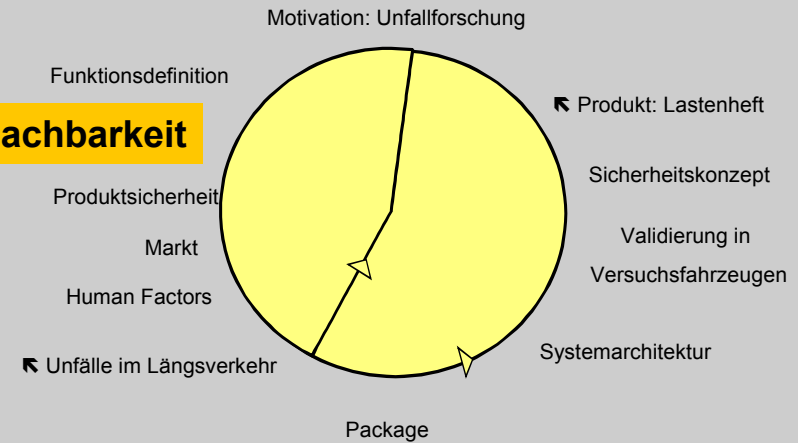
Funktionsdefinition



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

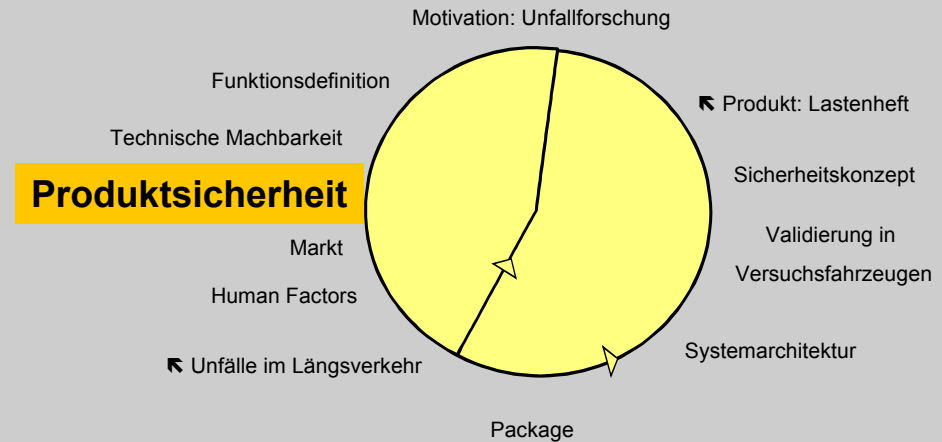
Technische Machbarkeit

Technische Machbarkeit



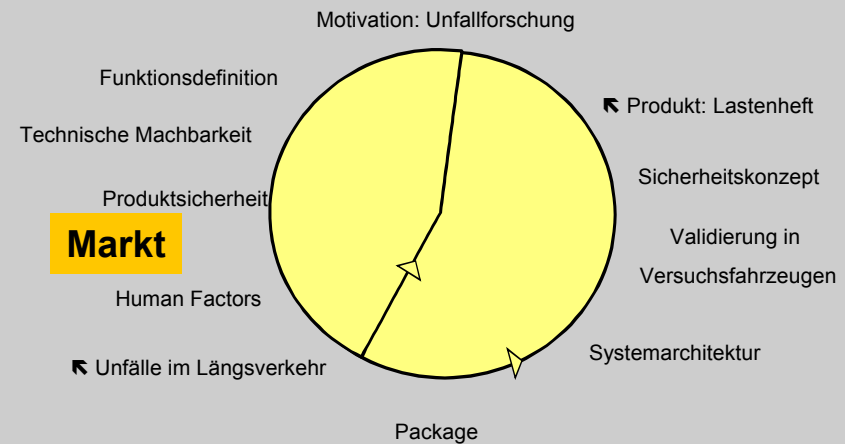
- Auswahl geeigneter Sensorik, Aktuatorik und Steuergeräte

Produktsicherheit



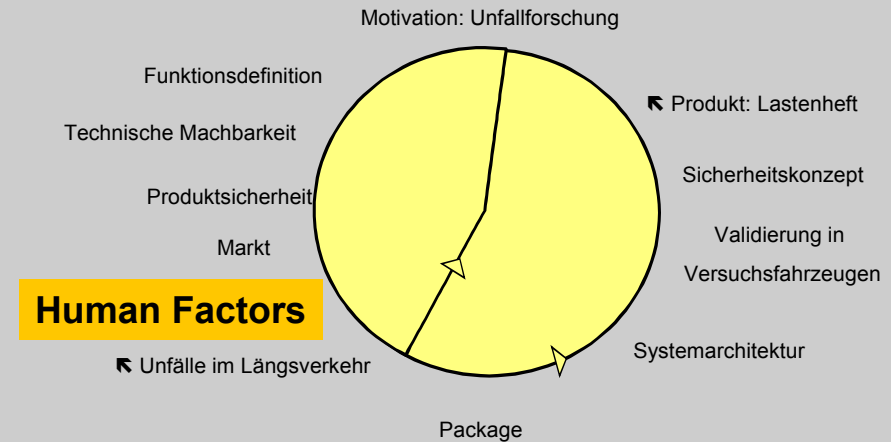
- Anforderungen in Funktionsdefinition berücksichtigen
- redundante Sensorik auch für die Wahrnehmung ?
- Kommunikation von Funktionslücken und Systemgrenzen

Markt



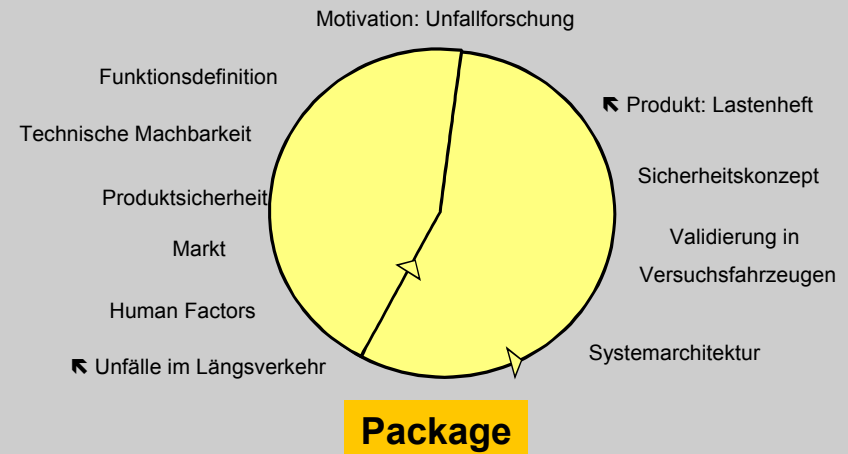
- Entwicklung einer Vermarktungsstrategie
- Abschätzen Marktchancen
- markenspezifische Funktionsdefinition ?

Human Factors



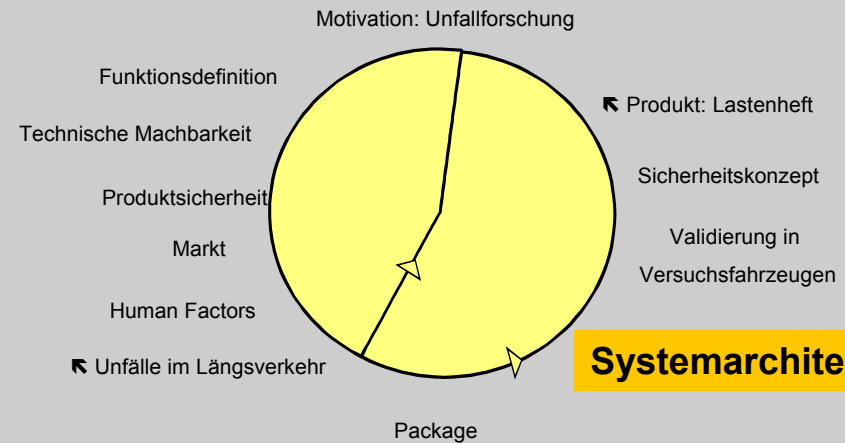
- nutzertransparente Funktionsdefinition
- Bedienbarkeit und Misuse
- Verhalten an Systemgrenzen

Package



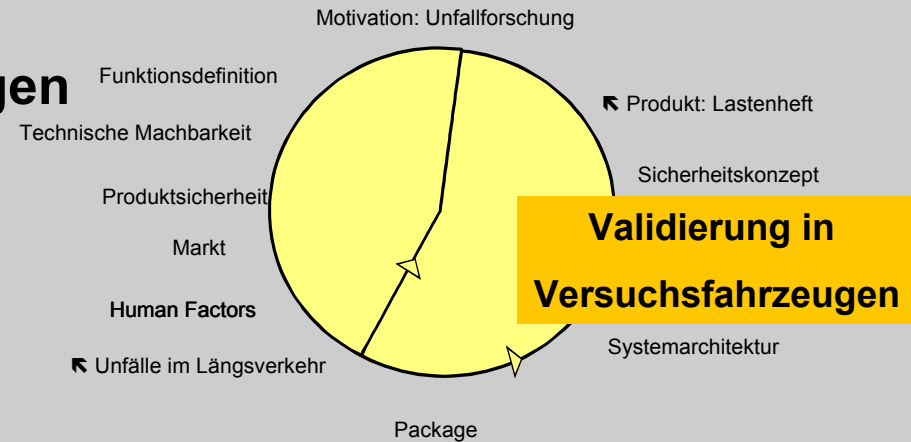
- Einbauorte frühzeitig im Fahrzeug freihalten
- Einbinden in das Designkonzept

Systemarchitektur



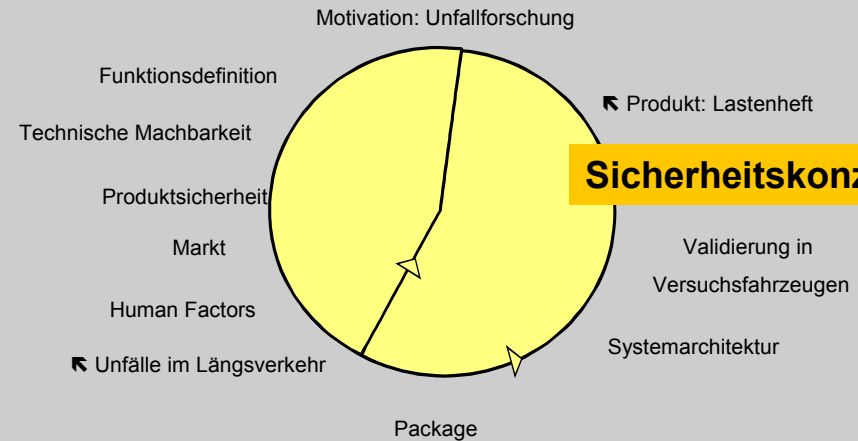
- funktionale Systemarchitektur definieren
- Hardware und Prozeßarchitektur entwickeln
- Klassen, Objekte festlegen; Hierarchie und Verhalten definieren

Validierung in Versuchsfahrzeugen



- Validieren der Funktionsdefinitionen in Versuchsfahrzeugen
- Testkonzepte für Absicherung entwickeln

Sicherheitskonzept



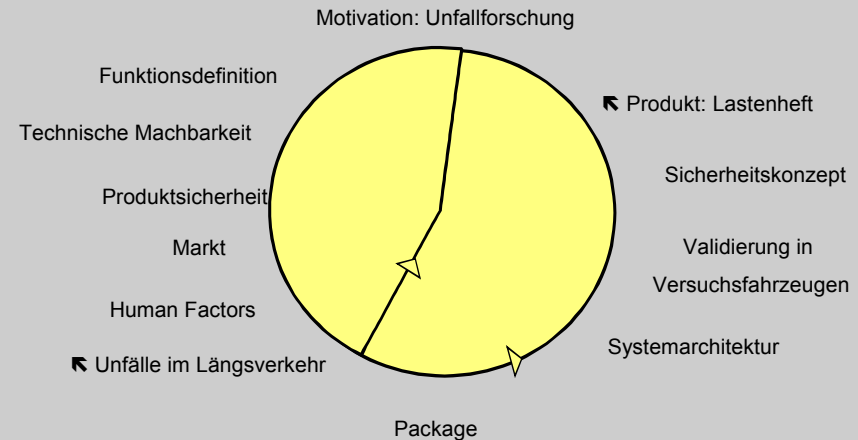
- Sicherheitskonzepte erstellen
- Hazards identifizieren, FTA , FMEA durchführen

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 !