

# Funktionsentwicklung einer Überlagerungslenkung

## Von der Idee zum fertigen C-Code

Dipl.-Ing. **Carsten Hoffmann**,  
Institut für Kraftfahrwesen Aachen

Dipl.-Ing. **Wolfgang Dick**,  
Audi AG

Wiesloch, 02.-03. März 2004

---

## Einleitung

- ➔ Aktive Lenksysteme (Winkelüberlagerung)
- ➔ Mögliche Funktionen einer Überlagerungslenkung

## Funktionsentwicklungsprozess

- ➔ Konzeptphase
- ➔ Funktionsalgorithmen
- ➔ Sicherheitskonzept
- ➔ Autocodegenerierung

## Zusammenfassung

## Einleitung

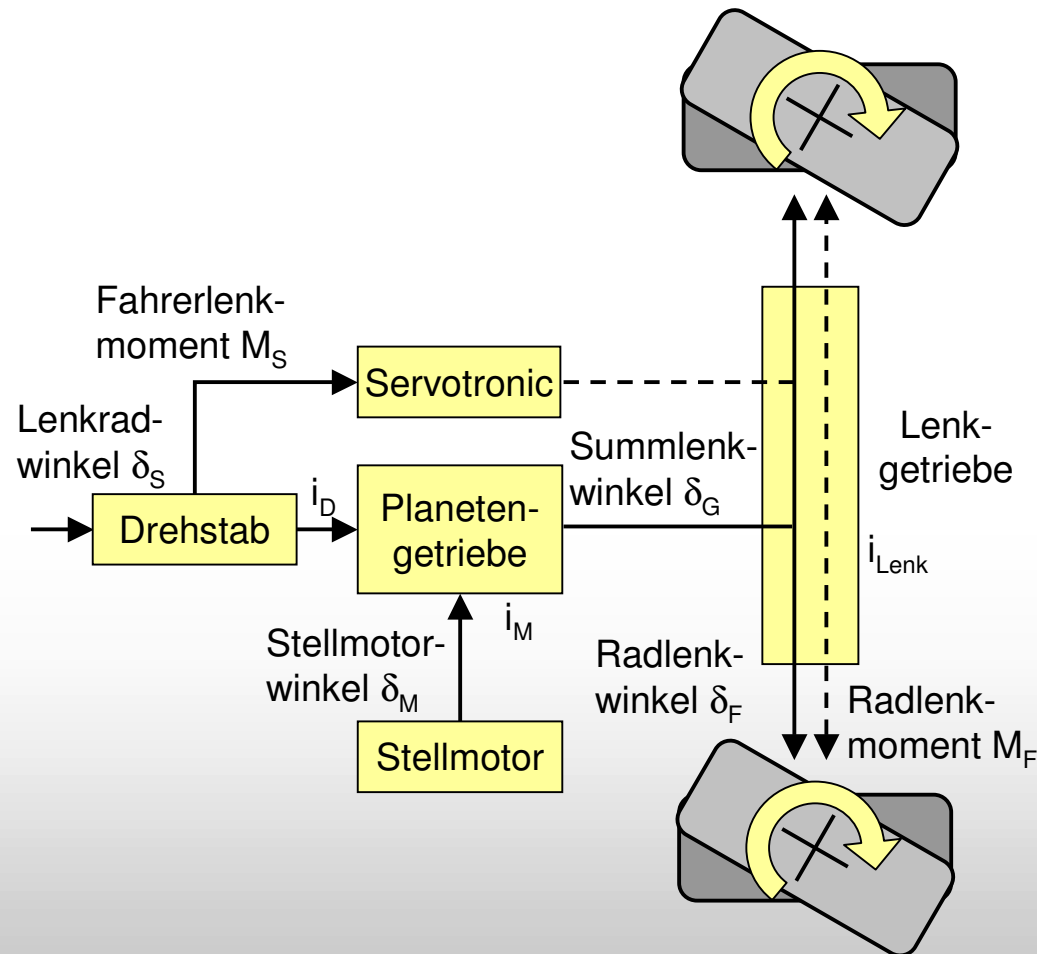
- ➔ Aktive Lenksysteme (Winkelüberlagerung)
- ➔ Mögliche Funktionen einer Überlagerungslenkung

## Funktionsentwicklungsprozess

- ➔ Konzeptphase
- ➔ Funktionsalgorithmen
- ➔ Sicherheitskonzept
- ➔ Autocodegenerierung

## Zusammenfassung

# Schematischer Aufbau einer Überlagerungslenkung



Der Summenlenkwinkel kann über die Überlagerung von Lenkradwinkel und Stellmotorwinkel mit folgender Gleichung berechnet werden:

$$\delta_G = \frac{1}{i_D} \delta_S + \frac{1}{i_M} \delta_M$$

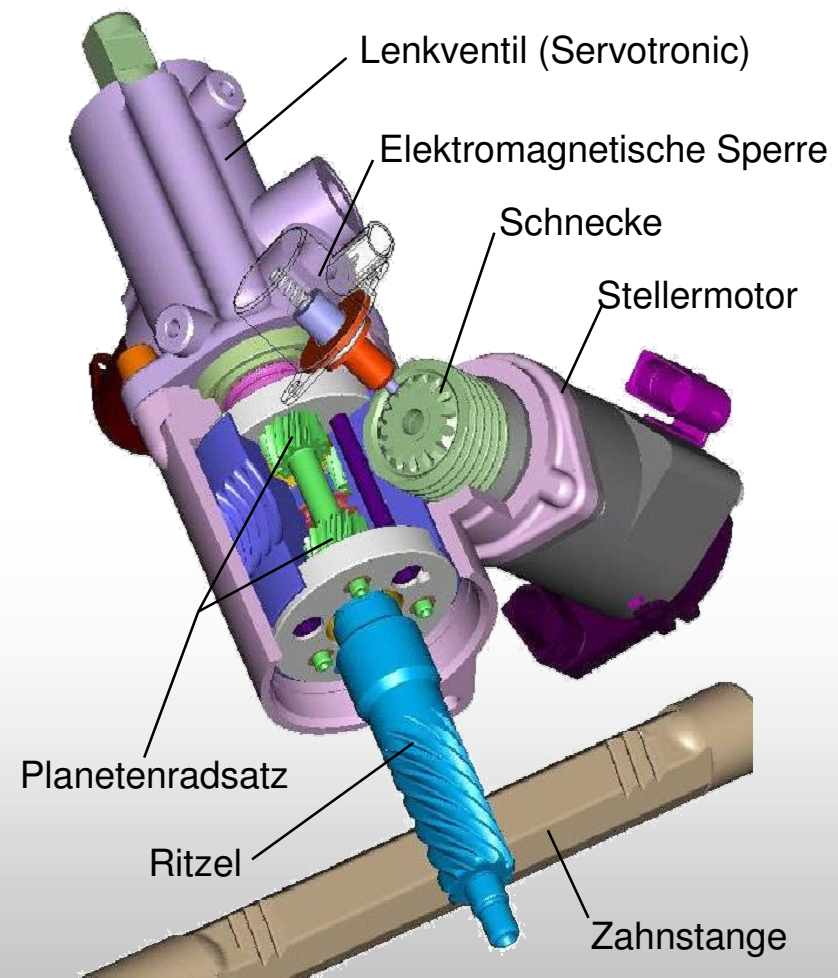
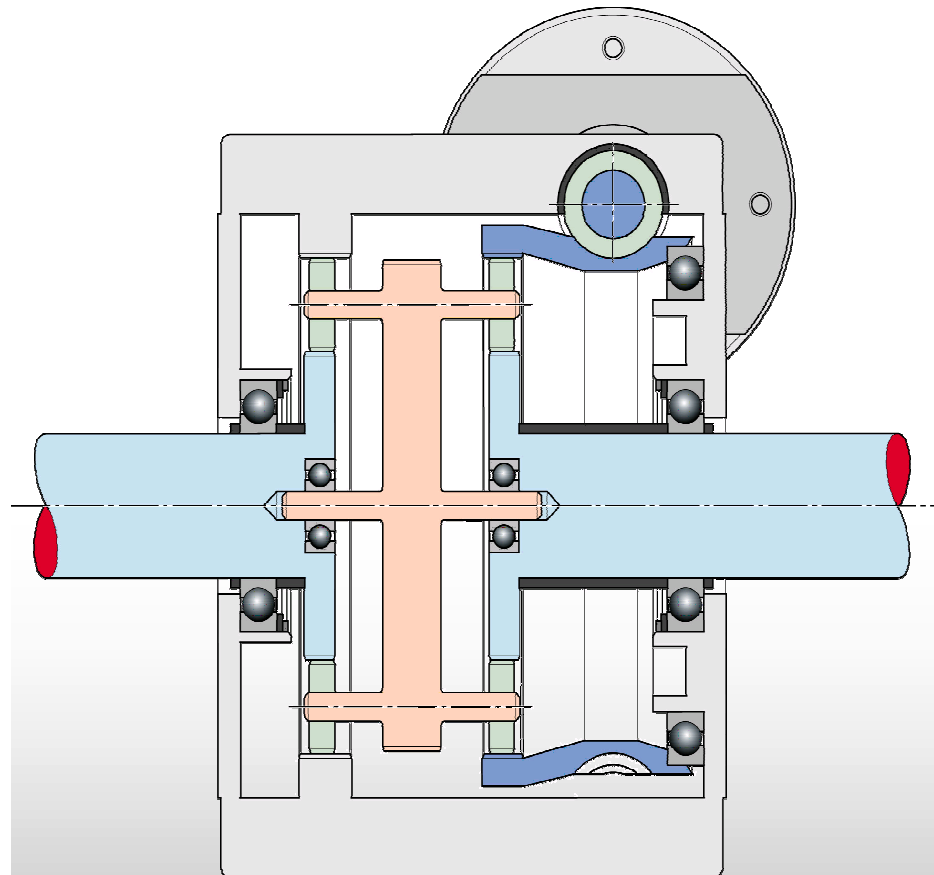
Hierbei sind die beiden Übersetzungen  $i_D$  und  $i_M$  wie folgt definiert:

$$i_D = \frac{\text{Lenkradwinkel}}{\text{Summenlenkwinkel}}$$

$$i_M = \frac{\text{Stellmotorwinkel}}{\text{Summenlenkwinkel}}$$

# Technische Ausführung eines Aktiven Lenkungssystem am Beispiel einer Überlagerungslenkung

ika



Quelle: ZFLS

# Mögliche Funktionen einer Überlagerungslenkung

Fahrerassistenzfunktionen	Stabilisierungsfunktionen
Variable Lenkübersetzung	Gierratenregelung
Vorhaltelenkung	Schwimmwinkelregelung
Einparkhilfe	Giermomentenkompensation
Rückwärtsfahrt mit Anhänger	Anhängerstabilisierung
Ungleichförmige Lenkwinkelübersetzung durch große Kreuzgelenkwinkel	

## Einleitung

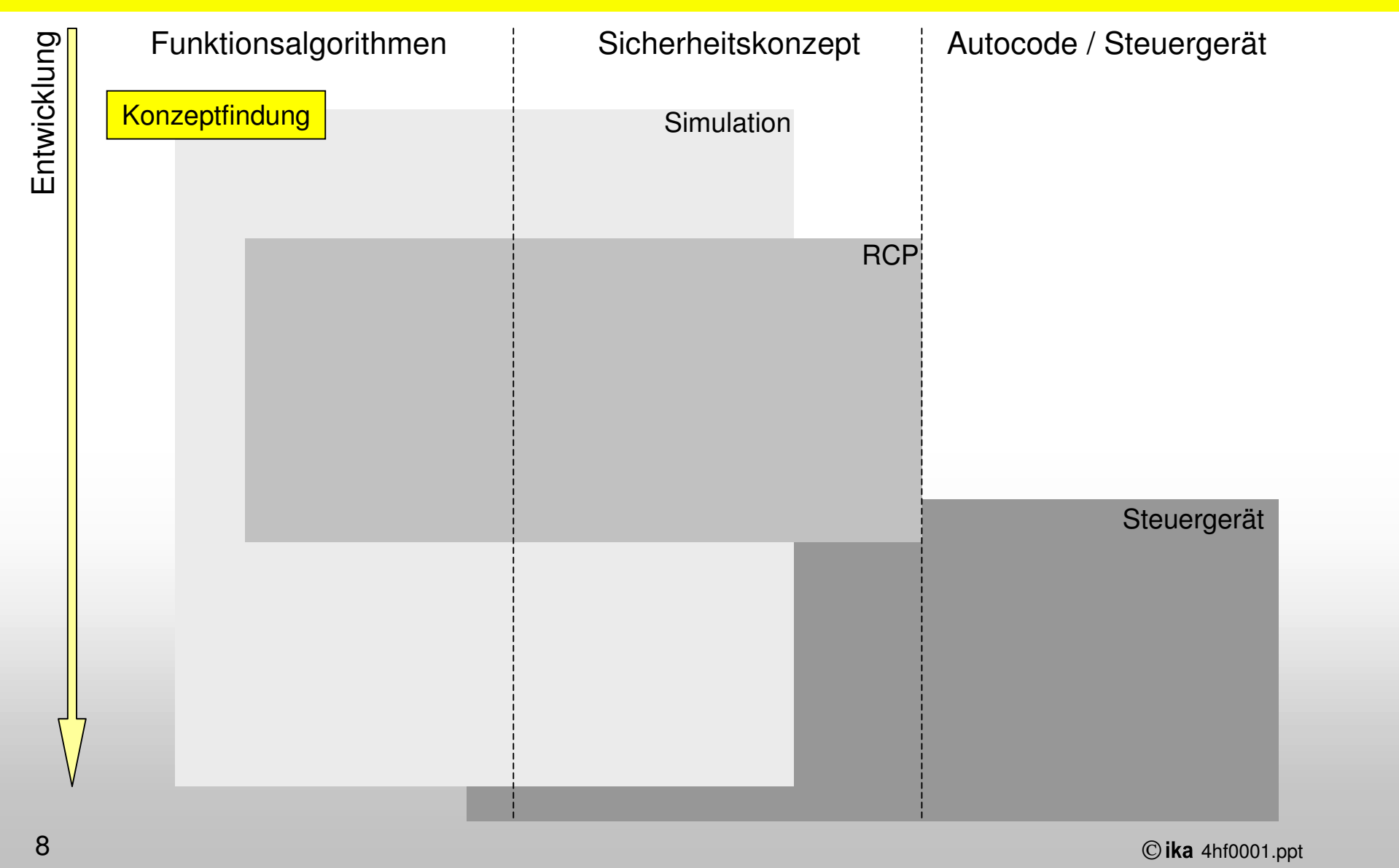
- ➔ Aktive Lenksysteme (Winkelüberlagerung)
- ➔ Mögliche Funktionen einer Überlagerungslenkung

## Funktionsentwicklungsprozess

- ➔ Konzeptphase
- ➔ Funktionsalgorithmen
- ➔ Sicherheitskonzept
- ➔ Autocodegenerierung

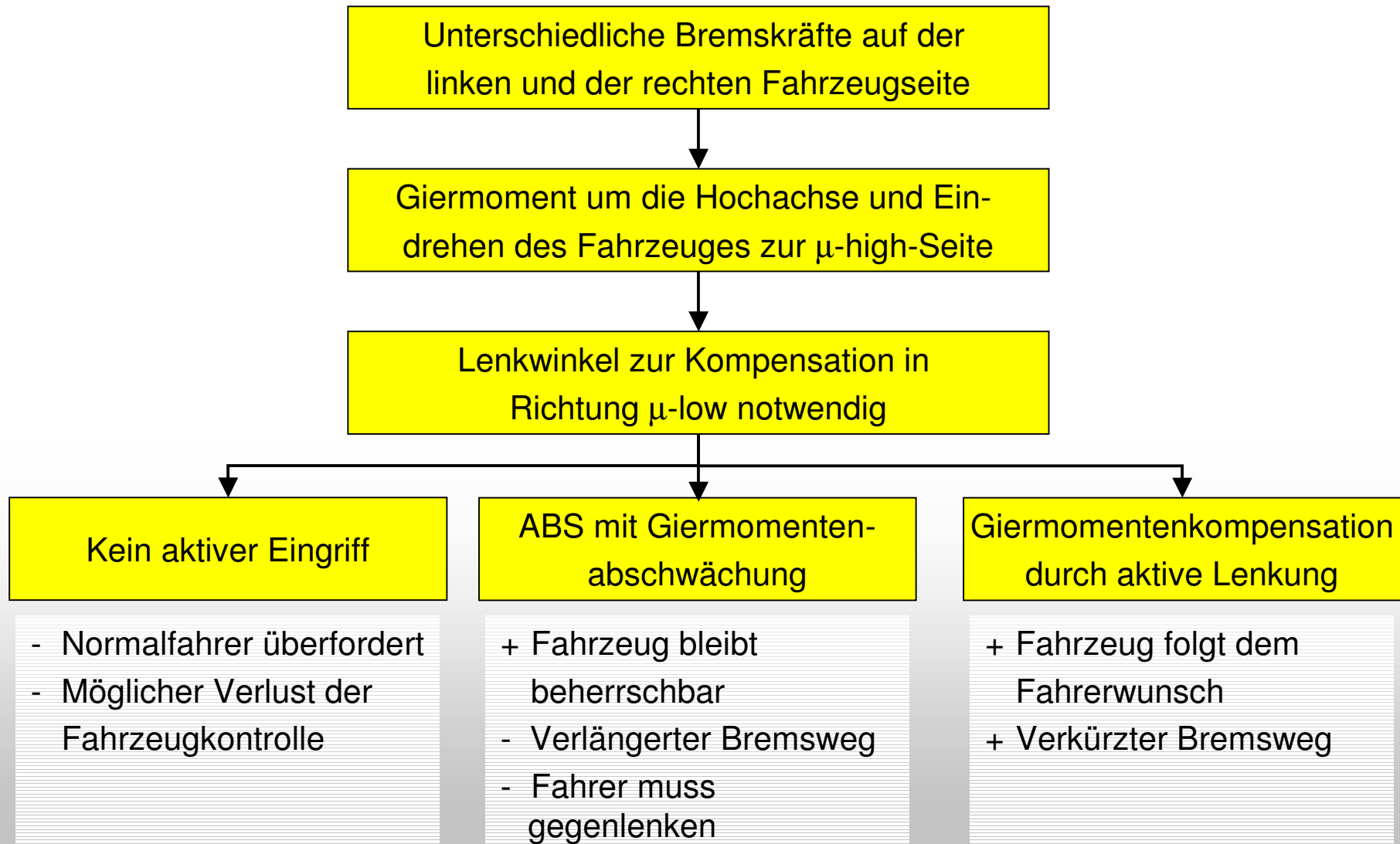
## Zusammenfassung

# Funktionsentwicklungsprozess



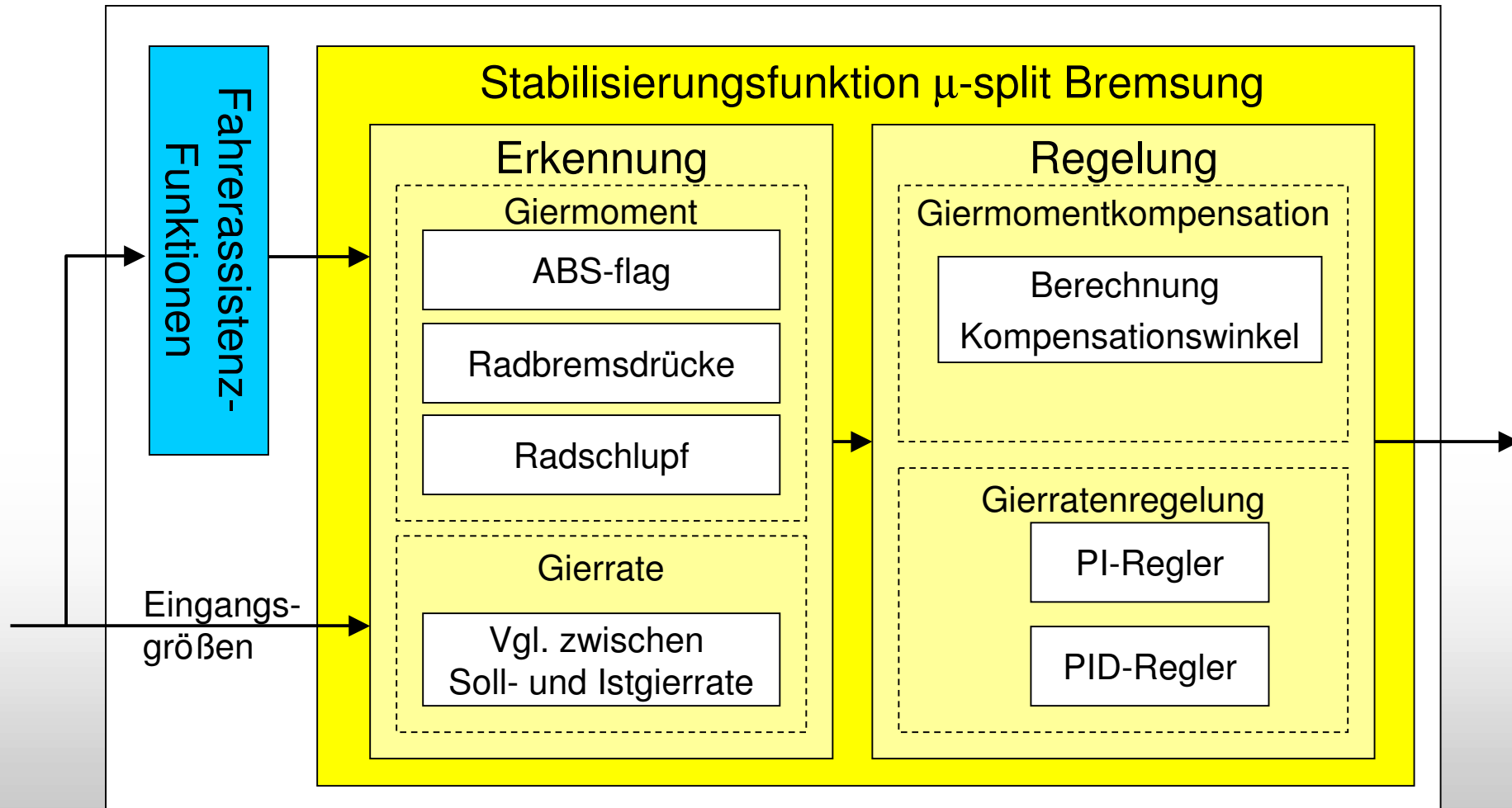
# Konzeptphase

## Bremung auf einer $\mu$ -split-Fahrbahnoberflache

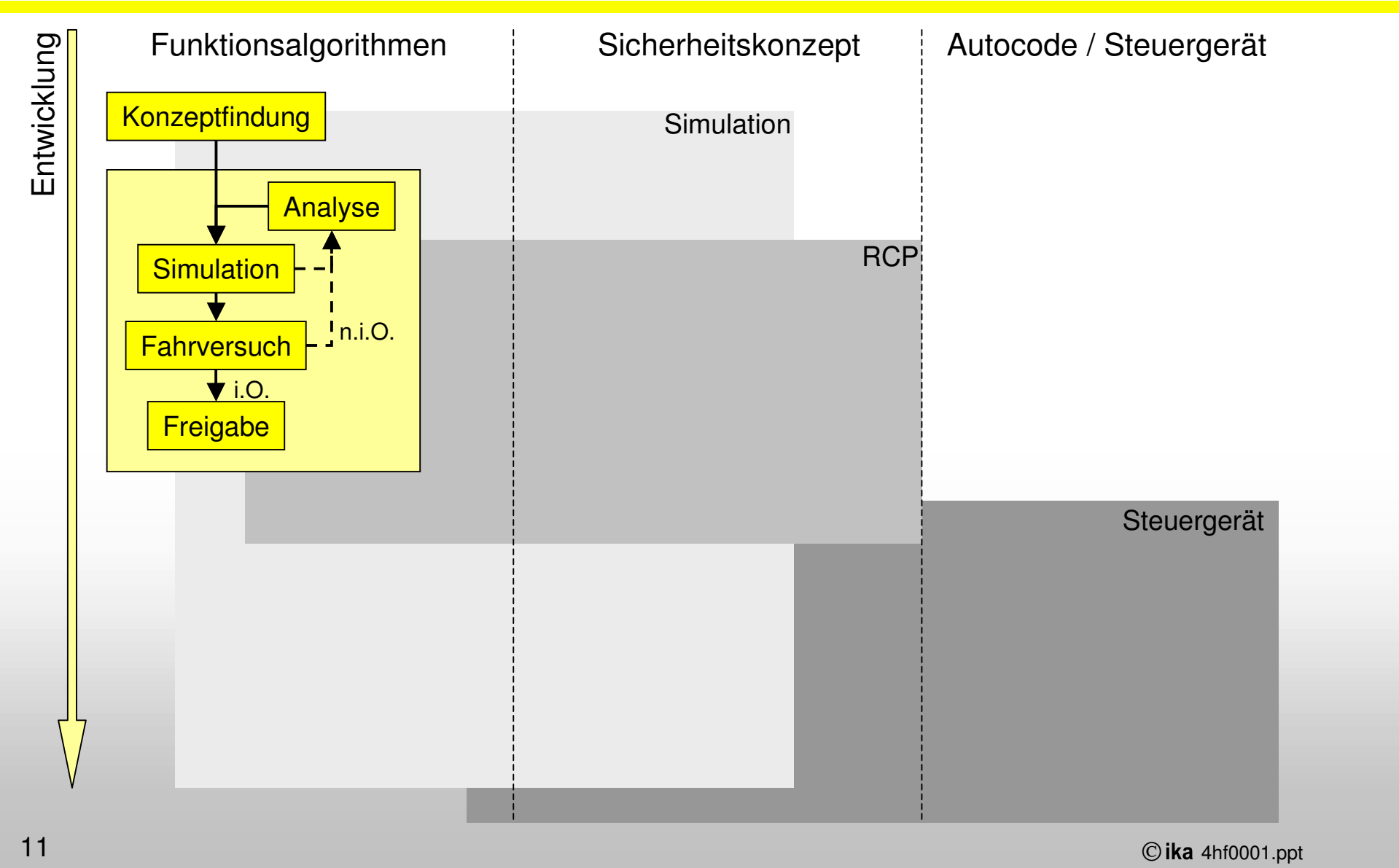


# Konzeptphase

## Stabilisierungsfunktionen bei einer $\mu$ -split-Bremmung

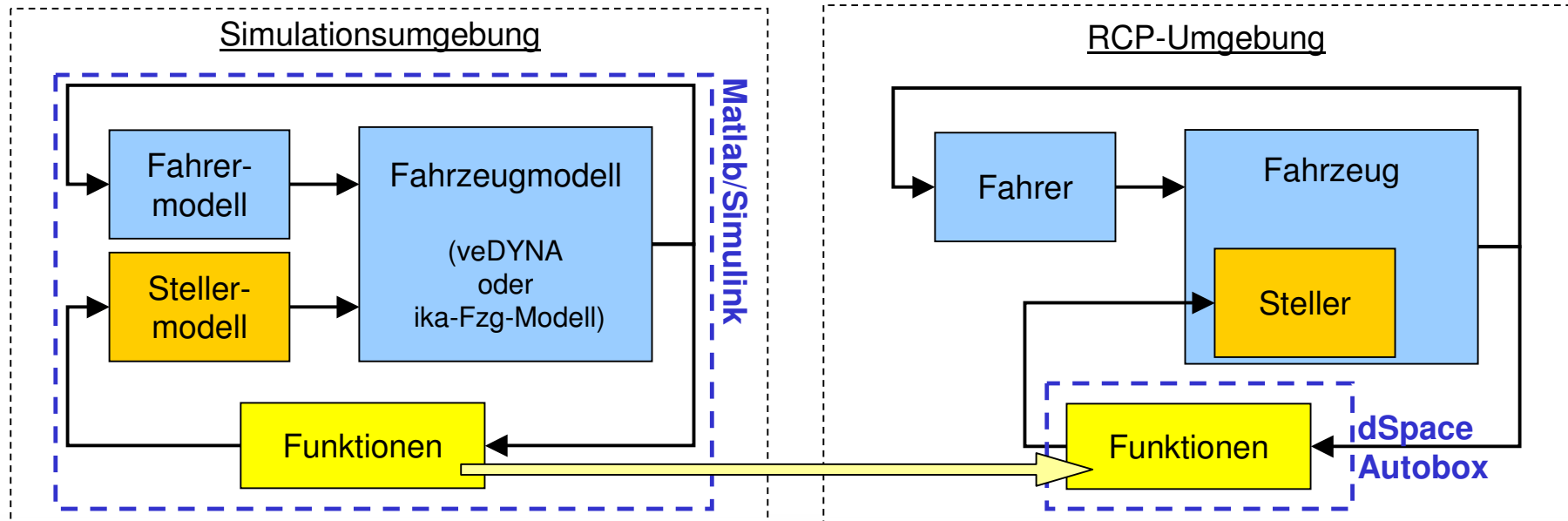


# Funktionsentwicklungsprozess



# Funktionsalgorithmen

## Simulation - Fahrversuch



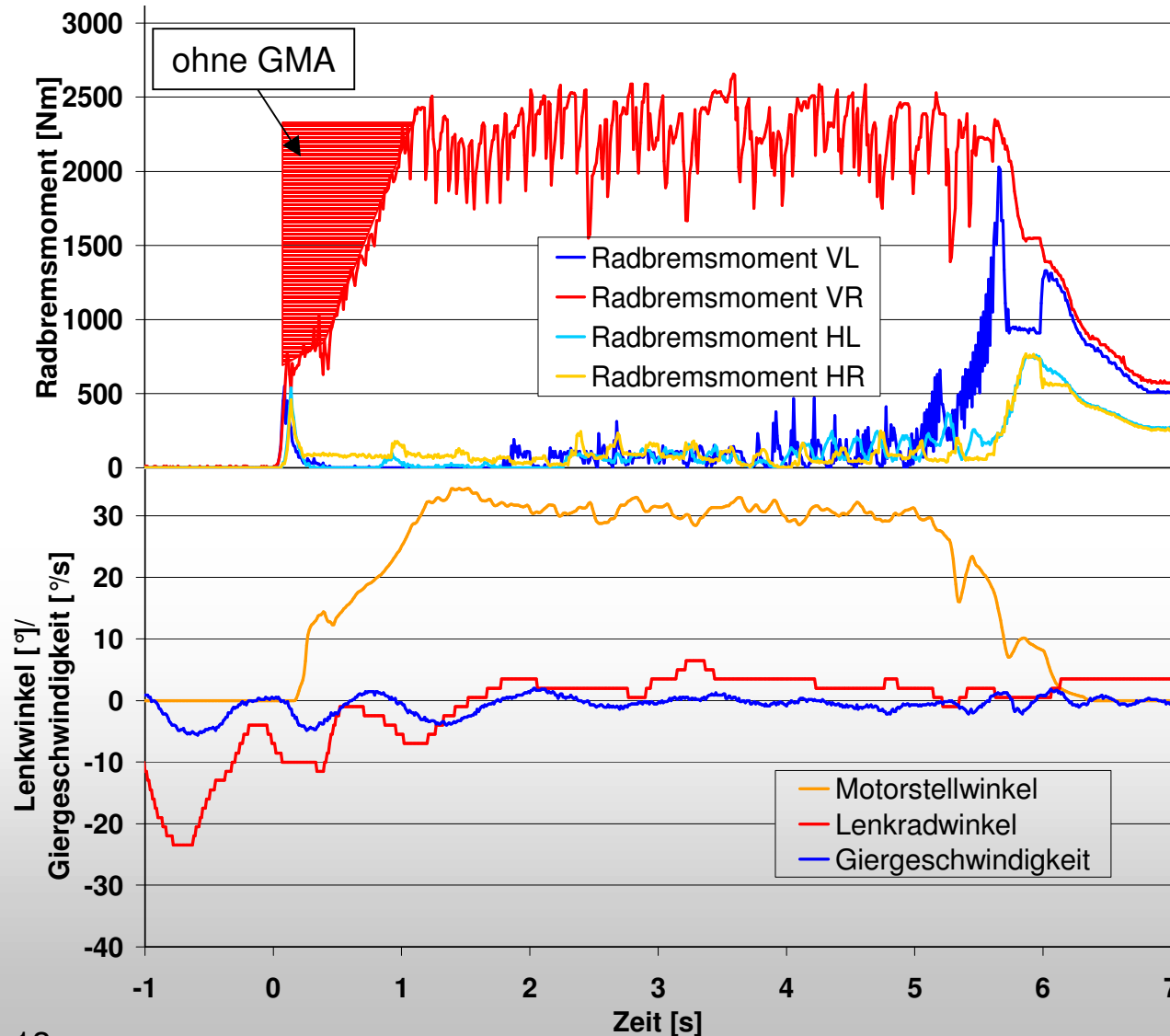
- Erste Ergebnisse
- Beurteilung Konzept / Konzeptauswahl
- Objektive, reproduzierbare Beurteilung
- Parametervariationen
- Schnittstellen spezifizieren

- Verifikation der Simulationsergebnisse
- Subjektive Beurteilung im Fahrversuch
- Objektive Beurteilung schwierig
- Messdaten für Offline-Simulation
- Parametervariation

# Funktionsalgorithmen

## Giermomentenkompensation (GMK) bei einer $\mu$ -split-Bremmung

ika



Versuchsanordnung:

- Links Eis, rechts Asphalt
- Startgeschwindigkeit: 110 km/h

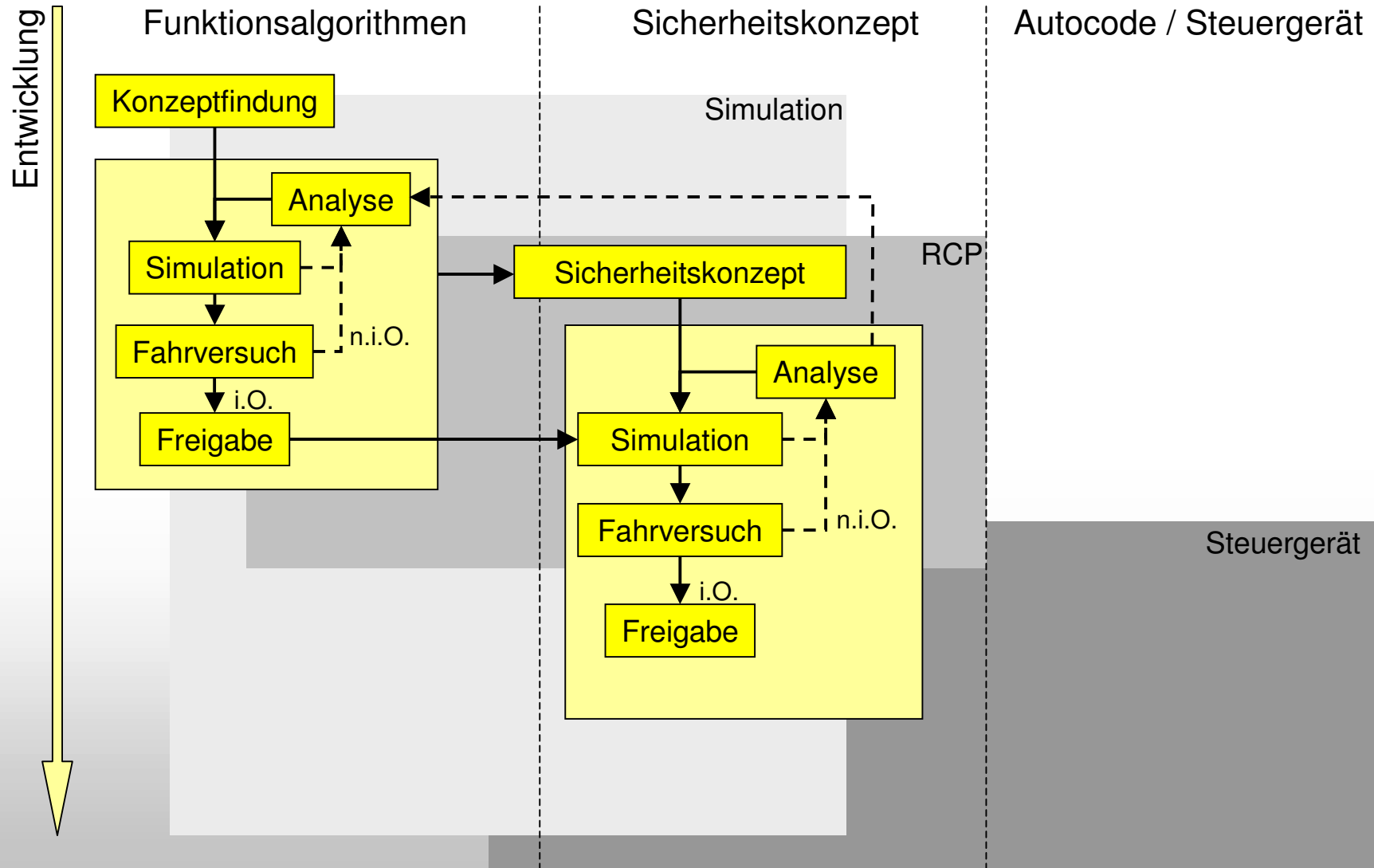
Ergebnis:

- Ruhiger Gierratenverlauf
- Fahrzeug folgt dem Fahrerwunsch

Ohne GMA:

Bis zu 10%  
Bremswegverkürzung durch  
steileren Druckanstieg des  $\mu$ -high  
Rades möglich

# Funktionsentwicklungsprozess



# Sicherheitskonzept

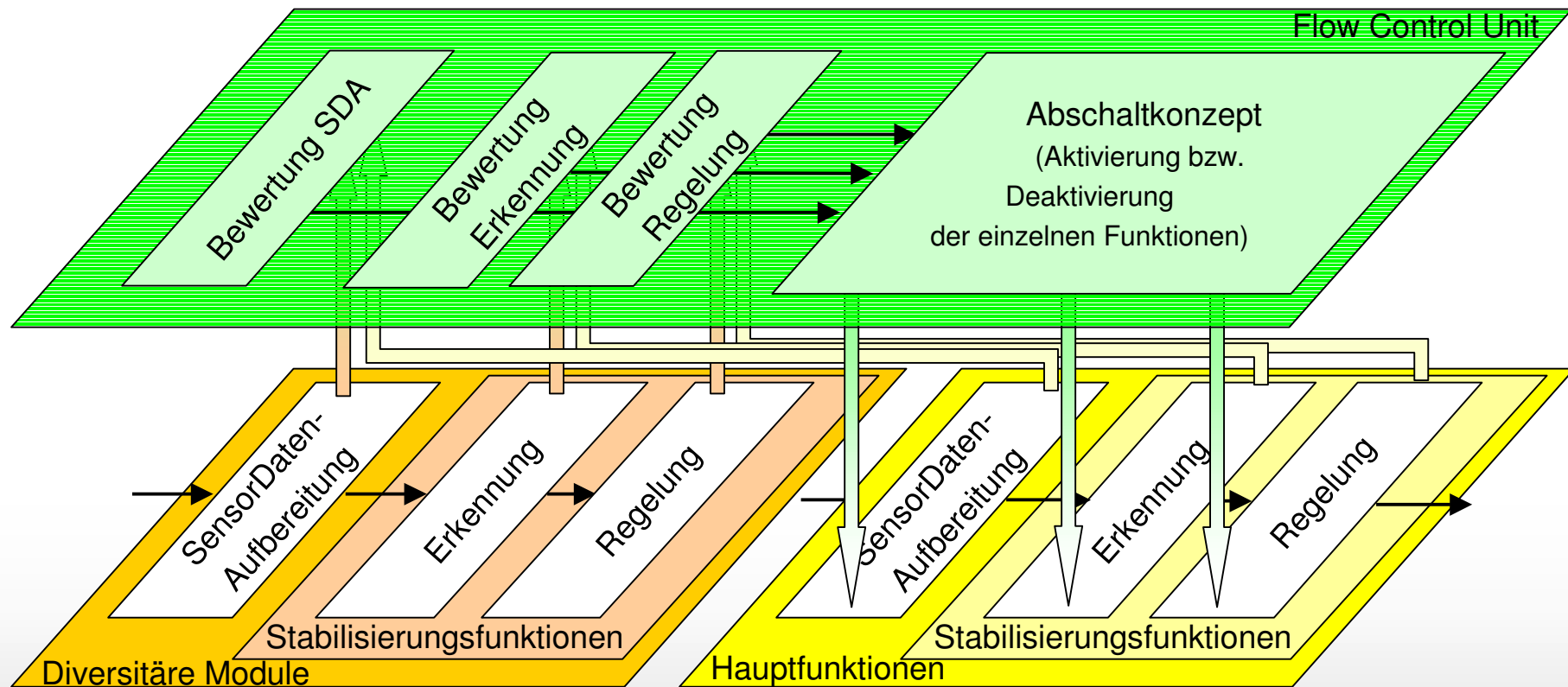
## Mögliche Teilfunktionen eines Sicherheitskonzeptes



- ⇒ Signalplausibilisierung
- ⇒ Diversitäre Berechnung der Funktionen und der Signalplausibilisierung
- ⇒ Abschaltkonzept / -strategie

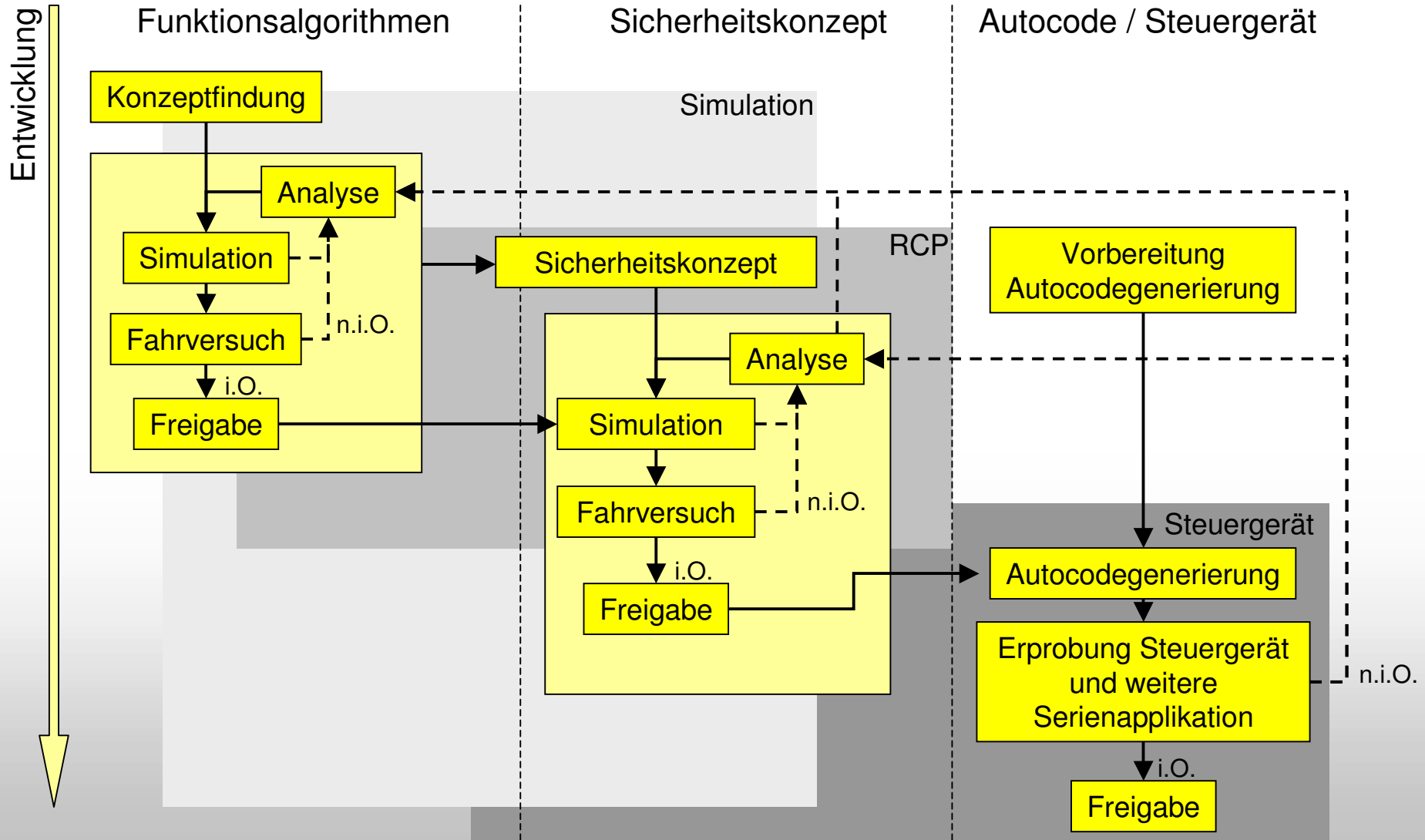
# Sicherheitskonzept

## Struktur Sicherheitskonzept

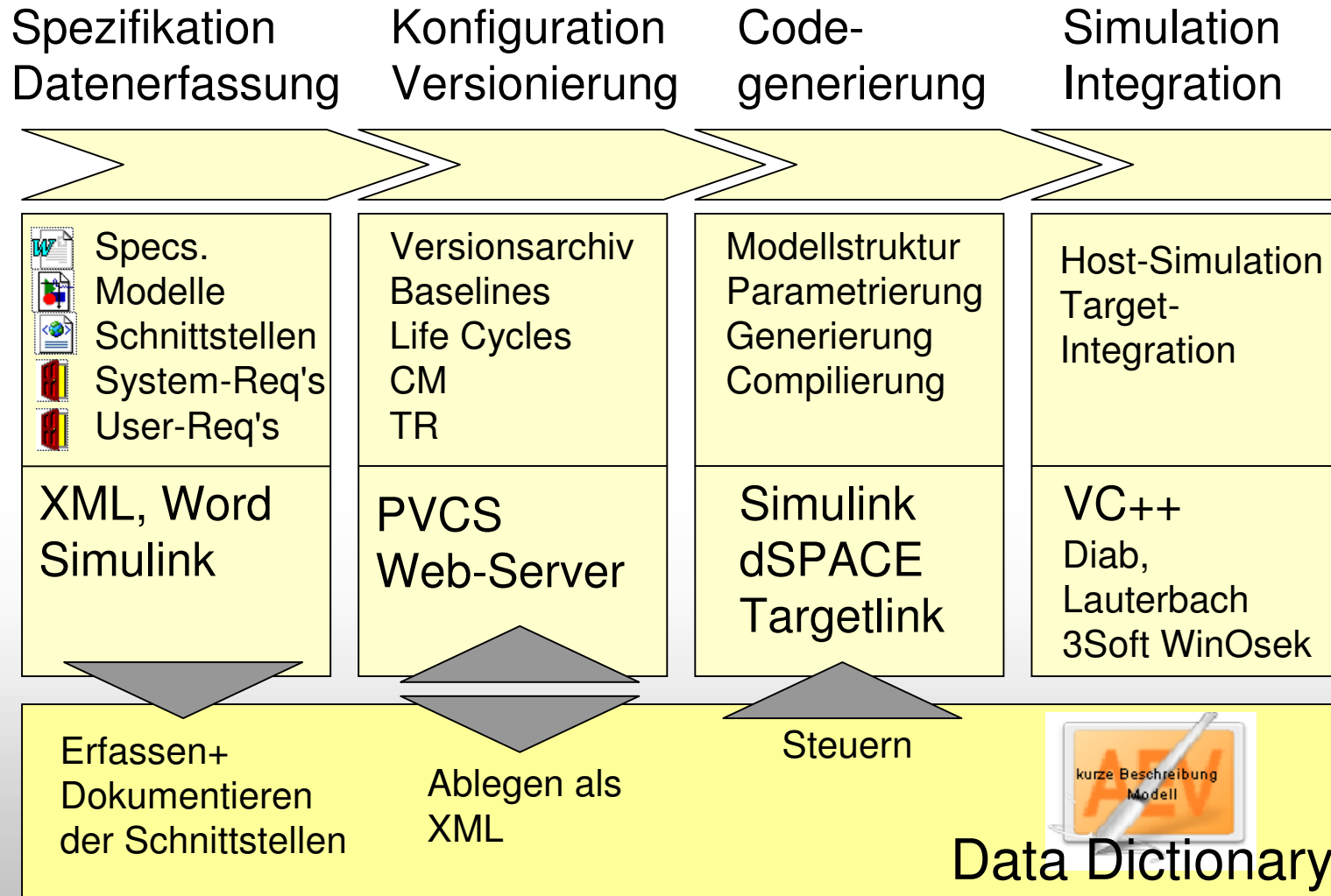


- einfacherer Aufbau der diversitären Module im Vergleich zu den Hauptfunktionen
- Aufwand für Sicherheit im Vgl. zu den Funktionen ist sehr groß
- offline Simulation von SensorDatenAufbereitung (SDA) und diversitären Modulen
- Beurteilung Abschaltkonzept der Flow Control Unit im Fahrversuch

# Funktionsentwicklungsprozess



# CodeGenerierung Toolkette



## Einleitung

- ➔ Aktive Lenksysteme (Winkelüberlagerung)
- ➔ Mögliche Funktionen einer Überlagerungslenkung

## Funktionsentwicklungsprozess

- ➔ Konzeptphase
- ➔ Funktionsalgorithmen
- ➔ Sicherheitskonzept
- ➔ Autocodegenerierung

## Zusammenfassung

- ➔ Eine frühzeitige Einbeziehung des Sicherheitskonzeptes und der Autocodegenerierung in den Funktionsentwicklungsprozess ist wichtig für eine kurze Entwicklungszeit
- ➔ Eine konsequente Verzahnung aller Entwicklungsphasen wird durch iterative Rückführungen erreicht
- ➔ Die gezeigte Entwicklungsmethodik stellt aufgrund der Wiederverwendbarkeit einen effektiven Entwicklungsprozess für aktive Fahrwerksysteme dar