

# Innovative Methoden zur Analyse elektrifizierter Antriebsstränge zukünftiger Fahrzeuge

Institut für Fahrzeugtechnik  
Forschungsbereich für Automotive Mechatronik  
Technische Universität Graz

Markus Ernst  
Jürgen Fabian  
Mario Hirz

# Inhalt

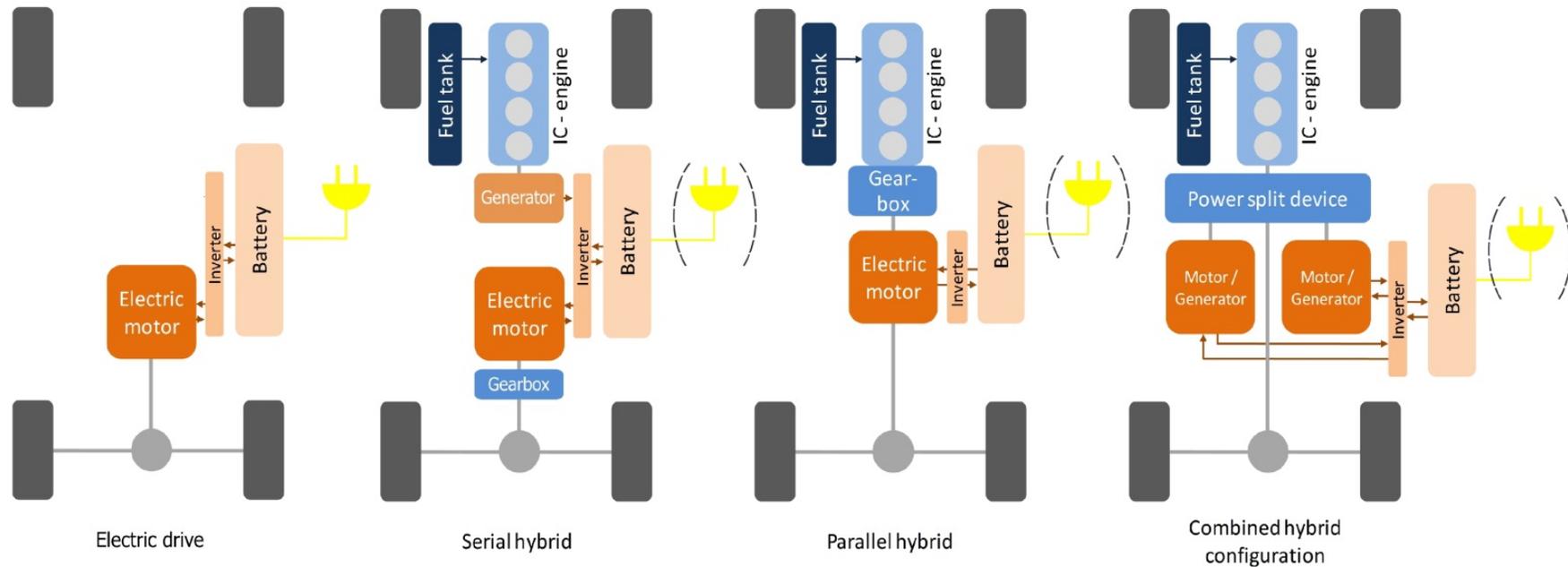
- Elektrifizierung des Antriebsstranges
- Qualitätsmethoden und Sicherheitsstandards
- Analysemethoden
- Innovative Analysemethode
- Ausblick

# Elektrifizierung des Antriebsstranges

- Steigende Elektrifizierung des Antriebsstranges durch:
  - Urbanisierung
  - Gesetzliche Rahmenbedingungen
  - Suche nach Alternativen (Energieträgern)
  - Reduzierung von Ausstoß von Schadstoffen und CO<sub>2</sub>
  - Steigendes Bewusstsein bezüglich Nachhaltigkeit (Kunden)
  - Komplexität der Systeme

# Elektrifizierung des Antriebsstranges

- Varianten:



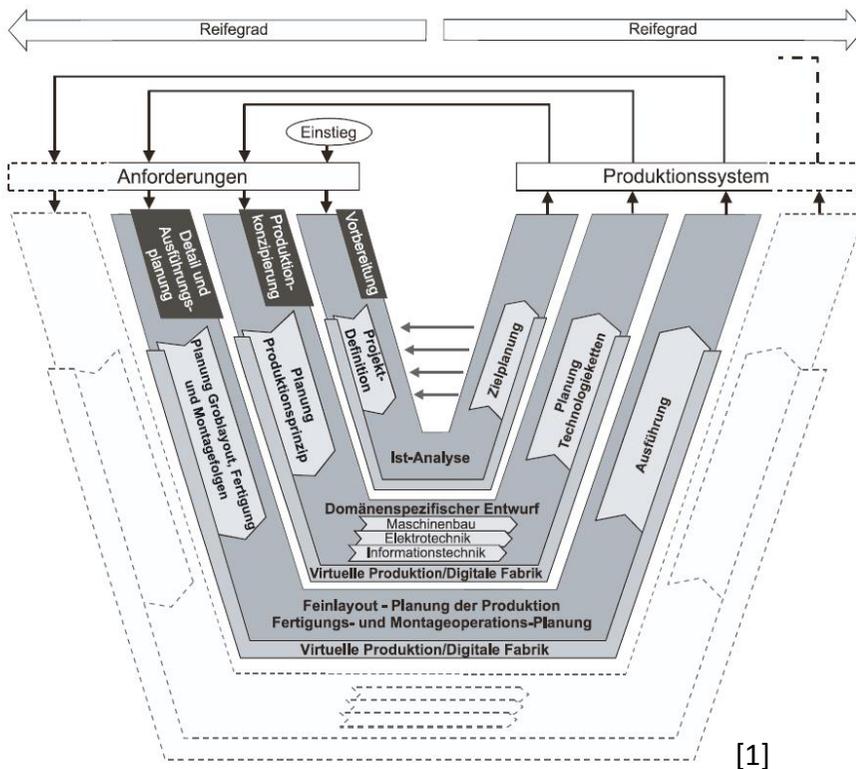
# Qualitätsmethoden und Sicherheitsstandards

- Qualität:
  - Zugesicherte Eigenschaften müssen über die vereinbarte Lebensdauer störungsfrei bereitgestellt werden
  - Anforderung an Entwicklung:
    - Kenntnis der Fehlermechanismen
    - Definition von Toleranzen
    - Einhalten der Grenzbereiche während Entwicklung

**→ Anwendung von Analysemethoden**

# Qualitätsmethoden und Sicherheitsstandards

- Entwicklungsmethoden:
  - Viele unterschiedliche Entwicklungsmethoden
  - Grundlage bildet Richtlinie VDI 2206



[1]

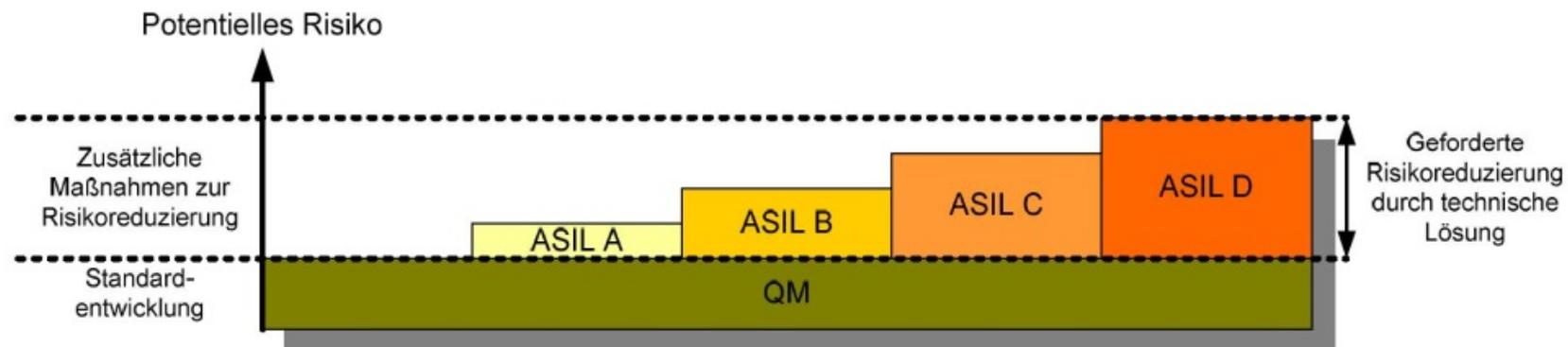
Ausfallverhalten?



[2]

# Qualitätsmethoden und Sicherheitsstandards

- Sicherheitsstandards:
  - ISO 26262: „Road vehicles – Functional Safety“
    - Richtlinie sicherheitsrelevanter Systeme
    - Funktionale Sicherheit → Zuverlässigkeit der Komponenten
    - Sicherheitsziele in Form von automotiven Sicherheitsintegrationslevels
    - $f$ (Auftrittswahrscheinlichkeit, Fähigkeit der Abwehr, Schweregrad)  
→ ASIL Einstufung (Automotive Safety Integrity Level)



[3-4]

# Analysemethoden

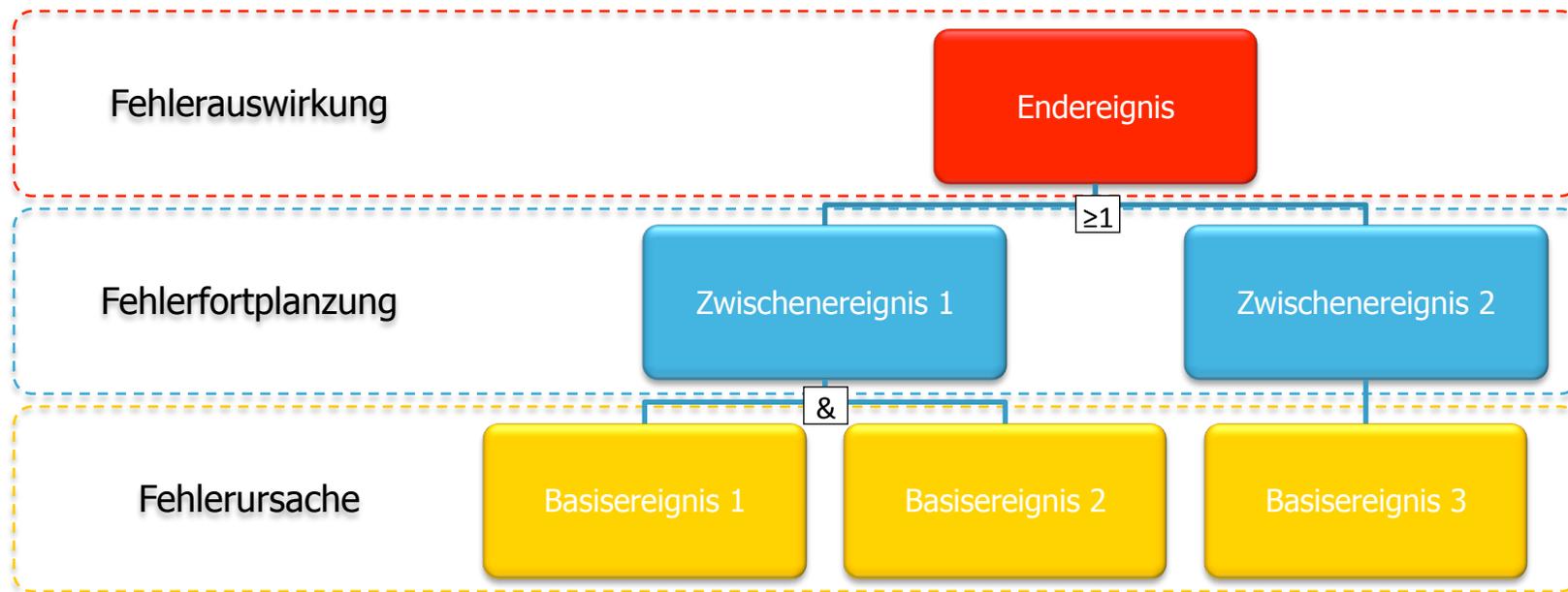
- FMEA:
  - Failure-, Mode- and Effects-Analysis  
(Fehler-, Möglichkeits- und Einfluss-Analyse)
  - Qualitative Zuverlässigkeitsanalyse
  - Risikoprioritätszahl  $RPZ = B \times A \times E$
  - (B) Bedeutung der Fehlerfolge
  - (A) Auftrittswahrscheinlichkeit des Fehlers
  - (E) Entdeckungswahrscheinlichkeit



[vgl. 5]

# Analysemethoden

- FTA:
  - Failure Tree Analysis (Fehlerbaumanalyse)
  - Top-Down Analysemethode (qualitativ, quantitativ)
  - Boolesche Operatoren



[vgl. 6]

# Analysemethoden

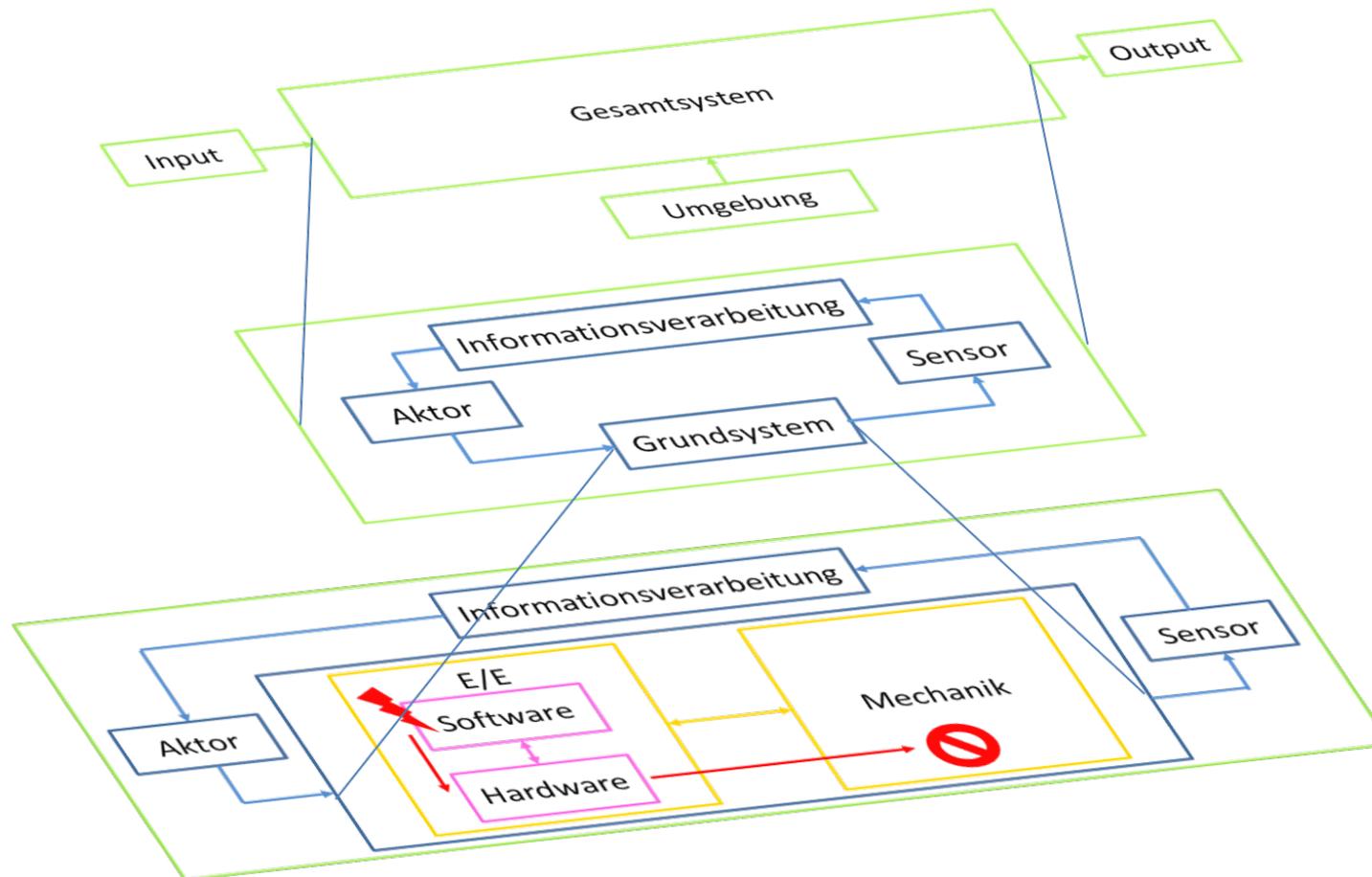
- Einschränkungen und Grenzen:
  - Große Systeme mit vielen Subsystemen begrenzt darstellbar
  - Eingeschränkter Grad an zu erfassender Komplexität
  - Grenzen bei der Vernetzung der Funktionen der Komponenten
  - Elektrischen Antriebe haben Vielzahl von Daten- und Informationsflüssen zwischen den einzelnen Komponenten
  - Darstellung dieser Kommunikation und die Analyse des Zusammenwirkens der einzelnen Komponenten bzw. deren Abhängigkeit voneinander notwendig

# Innovative Analyseverfahren

- Modulartiger Aufbau mittels Systemebenen:
  - Bsp.: Situationsbasierte Qualitative Modellbildung und Analyse
  - Aufbau eines Gesamtsystems aus Modulen
  - Visualisierung durch Darstellung in einzelnen Ebenen
  - Steigender Detaillierungsgrad der Module je zusätzlicher Ebene
  - Darstellung von Kommunikationen zwischen Modulen
  - Implementierung von Schnittstellen
  - Darstellung von Signalpfaden

# Innovative Analyseverfahren

- Beispiel: Mechatronisches System



# Innovative Analyseverfahren

- Vorteile:
  - Bessere Darstellung komplexer Systeme
  - Unterschiedliche Betrachtungsmöglichkeiten aufgrund Ebenen
  - Mehrfachverzweigungen möglich
  - Große Systeme mit vielen Subsystemen darstellbar
  - Gute Darstellung von Vernetzungen der Komponenten
  - Darstellung von Kommunikationsflüssen und Signalpfaden
  - Fehlerfortpflanzung
  - Schnelle Maßnahmen einleitung

## Ausblick

- Zunehmende Elektrifizierung des Antriebsstranges erhöht Komplexität der Systeme
- Steigende Sicherheits- und Qualitätsstandards stellen eine Herausforderung für die Entwicklung neuer Fahrzeuge dar
- Konventionelle Analysemethoden zeigen Grenzen
- Notwendigkeit für innovative Analysemethoden

→ Höhere Komplexität und Vernetzungsgrad der Systeme fordert innovative und umfangreiche Analysemethoden

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Referenzen:

- [1] Verein Deutscher Ingenieure: „VDI 2206 – Entwicklungsmethodik für mechatronische Systeme“, 2004
- [2] [www.autobil.de](http://www.autobil.de), Datum des Zugriffs: 06.02.2014
- [3] M. H. Schlummer: „Beitrag zur Entwicklung einer alternativen Vorgehensweise für eine Proven-in-Use-Argumentation in der Automobilindustrie“, Dissertation, Bergische Universität Wuppertal, 2012
- [4] A. Dold: „Implementation of Requirements From ISO 26262 in the Development of E/E Components and Systems – Challenges & Approach“, Stuttgart, Automotive Electronics and Electrical Systems Forum, 2008
- [5] M. Werdich: „FMEA – Einführung und Moderation“, Springer Verlag, 2. Auflage, 2012, ISBN 978-3-8348-1787-7
- [6] M. Junglas: „Methodische Entwicklung hochintegrierter mechatronischer Systeme unter funktionalen, zuverlässigkeits- und sicherheitstechnischen Aspekten – Analyse und Quantifizierung“, Dissertation, Universität Duisburg-Essen, 2012