

# Inhaltsverzeichnis

<b>I</b>	<b>Mögliche Klasurthemen</b>	<b>5</b>
1	Vorlesung	5
2	Übung	6
<b>II</b>	<b>Fahrzeugsystemtechnik allegemain</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>Fahrzeugsystemtechnik</b>	<b>8</b>
3.1	.....	8
<b>4</b>	<b>Systemtheorie</b>	<b>8</b>
4.1	.....	8
4.2	.....	9
4.3	Vektorielle Darstellung der Zustandsgleichung . . . . .	9
4.3.1	.....	9
4.3.2	.....	9
4.4	.....	9
4.5	.....	10
4.6	.....	10
<b>III</b>	<b>Wissensrepräsentation und lineare kontinuierliche Systeme</b>	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>Wissen</b>	<b>11</b>
5.1	Modellbildung . . . . .	11
5.1.1	.....	11
5.2	Querführungsmodell . . . . .	11
5.2.1	.....	11
5.2.2	.....	12
5.2.3	.....	12
5.3	Beobachter . . . . .	13
5.3.1	.....	13
5.4	Ereignisdiskrete Systeme . . . . .	13

5.4.1	13
5.4.2	14
<b>6 Lineare kontinuierliche Systeme</b>	<b>15</b>
6.1	15
6.2	16
6.3	17
6.4	17
6.5	17
6.5.1	17
6.5.2	18
<b>7 Beobachter</b>	<b>19</b>
7.1	19
7.2	19
7.2.1	19
7.2.2	19
<b>IV UML</b>	<b>21</b>
<b>8 UML: Lichtsteuerung in einem Oberklasse Fahrzeug</b>	<b>21</b>
<b>9 UML: Frontscheibenwischer</b>	<b>21</b>
<b>V Architekturen</b>	<b>23</b>
<b>10 Strukturierung komplexer Systeme</b>	<b>23</b>
<b>11 Funktionale Systemarchitektur</b>	<b>23</b>
<b>12 Hierarchische Mehrebenensysteme</b>	<b>23</b>
<b>13 Verhaltensbasierte Architekturen</b>	<b>24</b>
<b>14 Drei-Ebenen-Modell nach Rasmussen</b>	<b>25</b>

<b>VI</b>	<b>Systematischer Entwurf von Fahrerassistenzsystemen</b>	<b>26</b>
15		26
16		26
<b>VII</b>	<b>Entwurfsprozesse und Anforderungsanalyse</b>	<b>28</b>
<b>17</b>	<b>Entwicklungsprozess</b>	<b>28</b>
17.1		28
17.2		29
17.3		29
17.4	Evolutionäre Modelle	30
17.4.1		30
17.4.2		30
17.5	V-Modells von ' 97	30
17.5.1		30
17.5.2		31
<b>18</b>	<b>Agile Entwicklung</b>	<b>32</b>
18.1		32
18.2		33
18.3		33
18.4		33
18.4.1	Primäres Ziel	33
18.4.2	Was zeichnet weiterhin aus	33
18.5		33
<b>19</b>	<b>VSD(Value-Sensitive-Design)</b>	<b>34</b>
19.1		34
19.2		34
<b>20</b>	<b>Anforderungen</b>	<b>35</b>
20.1		35
20.2		35
20.3		36

<b>VIII Testen</b>	<b>37</b>
21 Fachtermini	37
22	37
23 Ziel	37
24 Testteam	37
25 Testarten	38
26 Verifikation und Validierung	39
27 White- und Black-Box-Testverfahren	39
<b>IX Funktionale Sicherheit</b>	<b>40</b>
<b>28 ISO26262</b>	<b>40</b>
28.1 . . . . .	40
28.2 . . . . .	40
28.3 . . . . .	40
28.4 . . . . .	40
28.5 . . . . .	41
<b>29 Sicherheit als emergente Eigenschaft</b>	<b>41</b>
29.1 . . . . .	41

# Mögliche Klasurthemen

## 1 Vorlesung

- Fahrzeugsystemtechnik
  - Perspektiven in der Fahrzeugentwicklung
  - Allgemeines(Komplizität, Emergenz,...)
  - Systemtheorie
- Methoden zur Beherrschung von Komplizität
  - Entwicklungsprozess
    - \* Vorgehensmodelle
      - Phasenmodelle(Wasserfall, Software-Lebenszyklus, V-Modell '97, V-Modell XT, Evolutionäre Modelle)
      - Entwurfsmodelle(Systematischer Entwurf, +Erweiterung)
- Architekturen
  - Allgemeines
  - Hierarchische System
  - Verhaltensbasiert(Subsumption, Rasmussen,Donges, 4D)
  - Nutzung im Entwicklungsprozess
- Modellbildung
  - Beschreibungsebenen/BEgriffe
  - Räumlich-Zeitliche Modelle (Lineare kontinuierliche Systeme, Lineares Einspurmodell, Querführungsmodell 5. & 3. Ordnung, Beobachter)
  - Einfache Zustandsregelung
  - Diskrete ereignisorientierte Modelle(Automaten, Zustandskaten)
- Sicherheit als emergente Eigenschaft
  - ISO26262

- \* Konzeptphase (Item Definition, G & R, FuSiKo)
- \* Management der FuSi
- \* Unterstützende Prozesse
- \* Defizite
- Test
  - Testen
    - \* Grundlagen (Vokabular, Testaufbau, Testablauf, Testteam)
    - \* Testarten (Allgemein, Klassifikation von Prüftechniken, Black-Box-Test, White-Box-Test)
    - \* Szenarienbasiertes Testen

## 2 Übung

- UML
  - Modellierung eines Systems mittels
    - \* Aktivitätsdiagramm
    - \* Zustandsdiagramm
    - \*
- Systemtheorie
  - Beobachtbarkeit
  - Steuerbarkeit
  - Stabilitätskriterien
  - LZI-System
- Einspurmodell
  - Wichtige Größen kennen
  - Annahmen und Auswirkungen
  - Schwimmwinke
  - Querführungsmodell reduzieren 5. -> 2.
- Beobachter

- Idee
  - Bedingung für Konstruktion
  - Blockschaltbild
  - Luenberger-Matrix  $L$  berechnen können
- Zustandsautomaten
  - Moore- & Mealy-Automaten
  - Erweiterung durch Zustandskarten (State Charts)

## Teil II

# Fahrzeugsystemtechnik allgemein

## 3 Fahrzeugsystemtechnik

### 3.1

#### Was versteht man unter dem Begriff der Emergenz?

Emergenz ist das Prinzip, dass Systeme wichtige Eigenschaften (z.B. Komfort, Sicherheit) nur aufweisen, wenn sie auf das ganze System angewendet werden und nicht auf einzelne Teile.

## 4 Systemtheorie

### 4.1

**Welche Bedingungen müssen erfüllt sein, um ein System als linear zu klassifizieren? Geben Sie auch eine mathematische Formulierung der nötigen Bedingungen an.**

Ein System ist linear, wenn die Bedingungen der Linearität und der Additivität erfüllt sind. Ist eine der Bedingungen nicht erfüllt, ist das System nicht linear!

- **Linearität:** Vergrößerung des Eingangssignal um eine beliebige Konstante  $c$  vergrößert auch das Ausgangssignal um die Konstante  $c$ .

$$\begin{aligned}y_1 &= S\{u_1\} \\ c \cdot y_1 &= S\{c \cdot u_1\}\end{aligned}\tag{1}$$

- **Additivität:** Die Summe zweier Signale am Eingang ergibt das gleiche Ausgangssignal wie wenn die beiden einzelnen Ausgangssignale addiert werden.

$$\begin{aligned}y_1 &= S\{u_1\} \\ y_2 &= S\{u_2\} \\ y_1 + y_2 &= S\{u_1\} + S\{u_2\}\end{aligned}\tag{2}$$

Zusammen:

$$c_1 \cdot y_1 + c_2 \cdot y_2 = S\{c_1 \cdot u_1 + c_2 \cdot u_2\}\tag{3}$$



## 4.2

**Wie ist Übertragungsstabilität für ein zeitkontinuierliches System definiert (qualitativ)?**

Ein zeitkontinuierliches System ist übertragungsstabil, wenn es auf jede beschränkte Eingangsgröße mit einer beschränkten Ausgangsgröße antwortet.

Sonst heißt das System übertragungsinstabil!

Übertragungsstabilität wird deshalb auch BIBO-Stabilität (Bounded Input – Bounded Output) genannt.

**Übertragungsfunktions-Kriterium zur Ermittlung der Übertragungsstabilität:**

Ein LZI-System mit der rationalen Übertragungsfunktion ist übertragungsstabil, wenn alle Pole seiner Übertragungsfunktion in der linken s-Halbebene liegen.

## 4.3 Vektorielle Darstellung der Zustandsgleichung

### 4.3.1

**Geben Sie die allgemeine vektorielle Darstellung der Zustandsgleichung für die Systembeschreibung an.**

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1(t) \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \dot{x}_n(t) \end{bmatrix} = \underbrace{\begin{bmatrix} a_{11} & \cdot & \cdot & \cdot & a_{1n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ a_{n1} & \cdot & \cdot & \cdot & a_{nn} \end{bmatrix}}_{\text{systemmatrix}} \underbrace{\begin{bmatrix} x_1(t) \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ x_n(t) \end{bmatrix}}_{\text{Zustandsvektor}} + \underbrace{\begin{bmatrix} b_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ b_n \end{bmatrix}}_{\text{Eingangsvektor}} \cdot u(t) \quad (4)$$
$$y(t) = \underbrace{\begin{bmatrix} c_1 & \cdot & \cdot & \cdot & c_n \end{bmatrix}}_{\text{Ausgangsvektor}} \cdot \begin{bmatrix} x_1(t) \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ x_n(t) \end{bmatrix} + \underbrace{d}_{\text{Durchgangsfaktor (meist=0)}} \cdot u(t)$$

### 4.3.2

**Erläutern Sie qualitativ welches Wissen über das System in welchen Matrizen modelliert wird.**

## 4.4

**Wie lässt sich aus der Zustandsraumdarstellung die Übertragungsfunktion eines Systems ermitteln? Geben Sie hierbei auch Ihre Herleitung an.**

$$\begin{aligned}
\dot{x}(t) &= A \cdot x(t) + b \cdot u(t) & \text{Annahme } x(0) &= 0 \\
sX(s) &= A \cdot X(s) + b \cdot u(s) \\
sX(s) - A \cdot X(s) &= b \cdot u(s) \\
(s \cdot I - A) \cdot X(s) &= b \cdot u(s) \\
X(s) &= (s \cdot I - A)^{-1} \cdot b \cdot u(s) \\
y(t) &= C^T \cdot x(t) + d \cdot u(t) \\
Y(s) &= C^T \cdot X(s) + d \cdot u(s) \\
Y(s) &= \underbrace{(C^T (s \cdot I - A)^{-1} \cdot b + d)}_{F(s) \text{ allgemeiner Fall}} \cdot u(s)
\end{aligned} \tag{5}$$

## 4.5

**Wie ist die Zustandsstabilität eines Systems qualitativ definiert? Geben Sie zusätzlich ein mathematisches Kriterium an.**

Ein System ist zustandsstabil (oder asymptotisch stabil nach Ljapunow), wenn:

- es in seiner Ruhelage bleibt, solange es nicht von außen angeregt wird und
- es in seine Ruhelage zurückkehrt, wenn alle äußeren Wirkungen von ihm weggenommen werden

Das System, beschrieben durch die Zustandsgleichungen

$$\begin{aligned}
\dot{\underline{x}}(t) &= \underline{A} \cdot \underline{x}(t) + \underline{b} \cdot \underline{u}(t) \\
\underline{y}(t) &= \underline{c}^T \cdot \underline{x}(t) + \underline{d} \cdot \underline{u}(t)
\end{aligned} \tag{6}$$

ist genau dann zustandsstabil, wenn alle  $n$  Eigenwerte  $\lambda_1, \dots, \lambda_n$  der Matrix  $A$  links der imaginären Achse der komplexen  $s$ -Ebene liegen, also alle Realteile negativ sind.

## 4.6

**Nennen Sie ein mathematisches Kriterium zum Prüfen der Steuerbarkeit.**

Kalman-Kriterium zur Steuerbarkeit: Das System, beschrieben durch die Zustandsgleichungen

$$\begin{aligned}
\dot{\underline{x}}(t) &= \underline{A} \cdot \underline{x}(t) + \underline{b} \cdot \underline{u}(t) \\
\underline{y}(t) &= \underline{c}^T \cdot \underline{x}(t) + \underline{d} \cdot \underline{u}(t)
\end{aligned} \tag{7}$$

ist genau dann vollständig steuerbar, wenn seine  $(n \times n)$ -Steuerbarkeitsmatrix

$$\underline{Q}_S = (\underline{b} \ \underline{A}\underline{b} \ \underline{A}^2\underline{b} \ \dots \ \underline{A}^{n-1}\underline{b}) \tag{8}$$

regulär ist, d.h.  $\det(\underline{Q}_S) \neq 0$  gilt.

# Wissensrepräsentation und lineare kontinuierliche Systeme

## 5 Wissen

### 5.1 Modellbildung

#### 5.1.1

Welche zwei Ebenen der Modellbildung sind Ihnen aus der Vorlesung bekannt? Nennen Sie jeweils ein Beispiel für ein solche Modell.

Diskrete ereignisorientierte Modelle und Räumlich-Zeitliche Modelle:

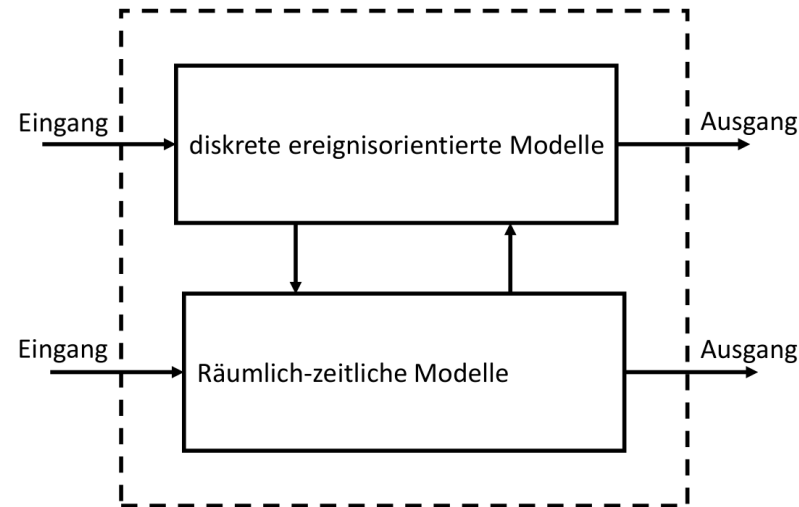


Abbildung 1: Unterschiedliche Beschreibungsebenen

### 5.2 Querführungsmodell

#### 5.2.1

Sie haben in der Vorlesung das Querführungsmodell 5. Ordnung kennengelernt. Wie unterscheidet sich dieses qualitativ vom Einspurmodell?

- Einspurmodell beschreibt Fahrzeugbewegung im freien Raum
- Regelung von Fahrzeugen im Fahrstreifen für Fahrfunktionen relevant

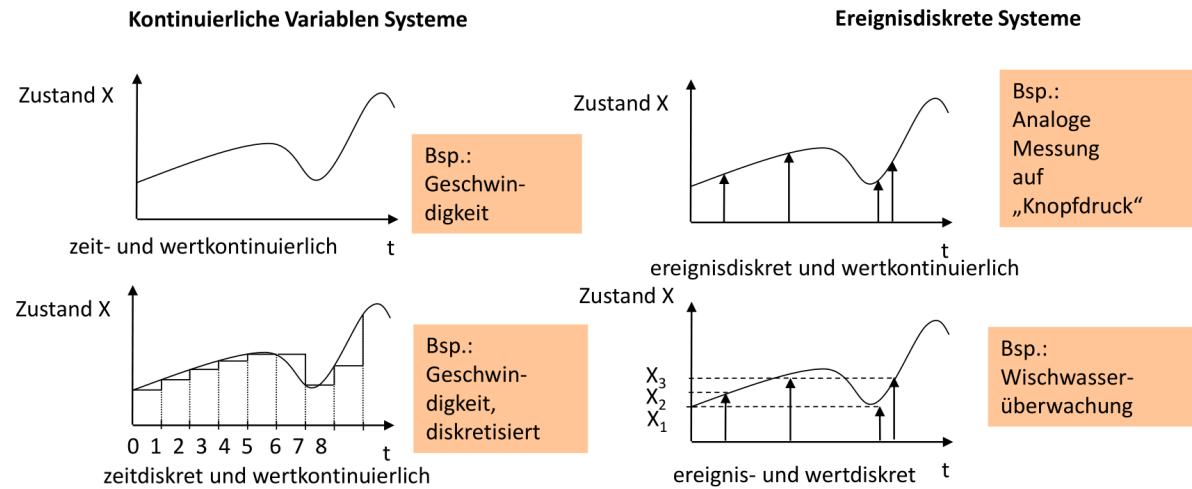


Abbildung 2: Beispiele

- Querführungsmodell integriert Fahrbahnrelation in das Modell

## 5.2.2

**Was versteht man qualitativ unter dem Begriff der Steuerbarkeit?(hier ist kein mathematisches Kriterium gefragt)**

Sollte es Komponenten des Zustandsvektor  $x(t)$  des Systems, die nicht vom Eingangsvektor  $u(t)$  beeinflusst werden geben, dann wäre es naheliegend, das system als nicht steuerbar zu bezeichnen.

Ein lineares System ist vollständig zustandssteuerbar, wenn es für jeden Anfangszustand  $x(t_0)$  eine Steuerfunktion  $u(t)$  gibt, die das System innerhalb einer beliebigen Zeitspanne  $t_0 < t < t_1$  in den Endzustand  $x(t_1)=0$  überführt.

## 5.2.3

**Was versteht man qualitativ unter dem Begriff der Beobachtbarkeit?(hier ist kein mathematisches Kriterium gefragt)**

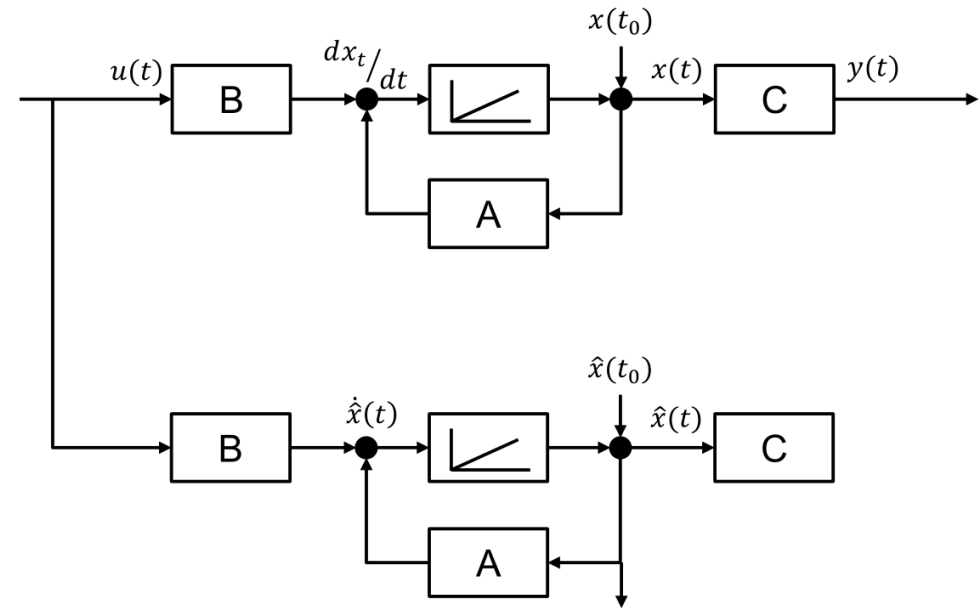
Sollte es Komponenten des Zustandsvektors  $x(t)$  des Systems, die keine Einfluss auf den Ausgangsvektor  $y(t)$  ausüben geben, dann kann aus dem Verhalten des Ausgangsvektors  $y(t)$  nicht auf den Zustandsvektor  $x(t)$  geschlossen werden, und es liegt nahe, das betreffende System als nicht beobachtbar zu bezeichnen.

Ein lineares System ist vollständig beobachtbar, wenn man bei bekannter äußerer Beeinflussung  $Bu(t)$  und bekannten Matrizen  $A$  und  $C$  aus dem Ausgangsvektor  $y(t)$  über ein endliches Zeitintervall  $t_0 < t < t_1$  den Anfangszustand  $x(t_0)$  eindeutig bestimmen kann.

## 5.3 Beobachter

### 5.3.1

Was ist die Grundidee, die hinter einem Beobachter steckt? (hier ist kein mathematisches Kriterium gefragt)



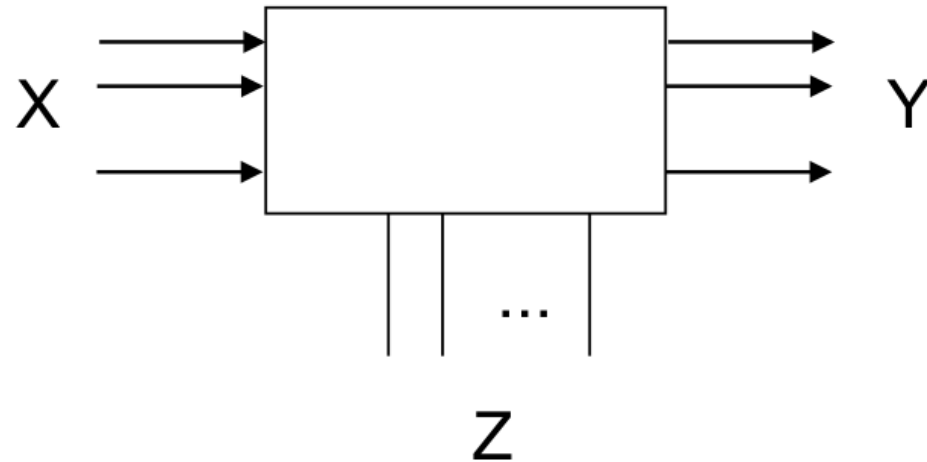
- Interne Nachbildung der Regelstrecke
- Vorsicht: Anfangsvektor  $x(t_0)$  nicht bekannt!

## 5.4 Ereignisdiskrete Systeme

### 5.4.1

Wodurch zeichnen sich ereignisdiskrete Systeme aus?

- $X$ : Menge von Eingangsvariablen
- $Y$ : Menge der Ausgangsvariablen
- $Z$ : Zustandsvariablen/Zustände
- $\Phi()$ : Übergangsfunktion bestimmt den Zustandsübergang aufgrund der Eingabe oder des Zeitverlaufs
- $\Omega()$ : Ausgabefunktion bestimmt die Ausgaben aufgrund der Zustandsübergänge



#### 5.4.2

In der Vorlesung haben Sie Automaten als Form der Modellierung ereignisdiskreter Systeme kennengelernt. Was zeichnet einen Moore-Automaten aus? Was einen Mealy-Automaten?

Geben Sie ein Beispiel für einen Moore- und einen Mealy-Automaten an.

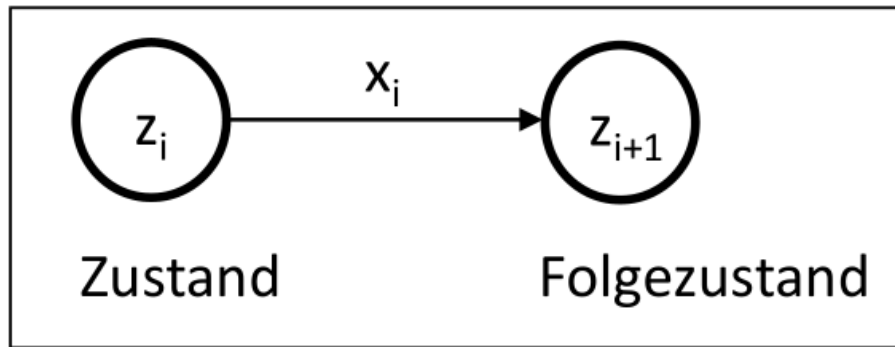


Abbildung 3: Moore-Automaten

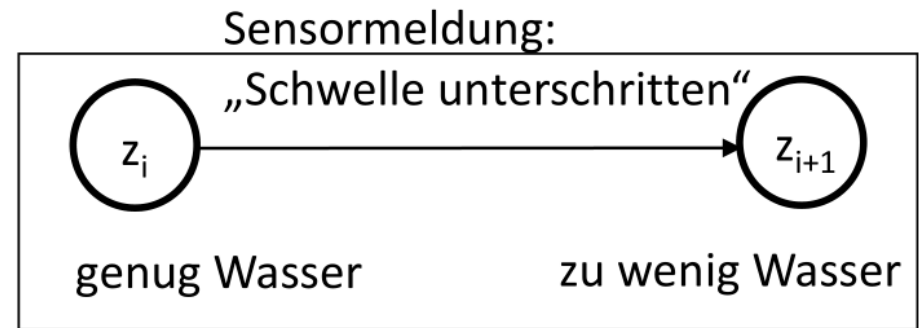


Abbildung 4: Beispiel

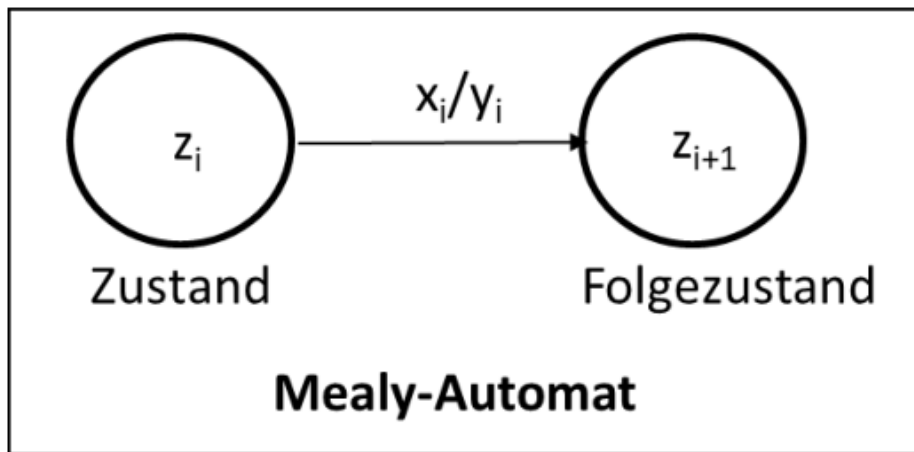


Abbildung 5: Mealy-Automaten

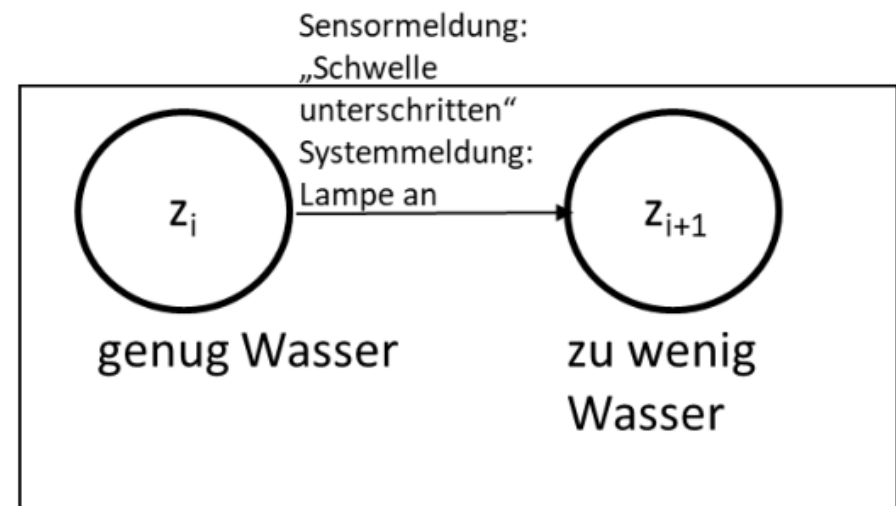


Abbildung 6: Beispiel

## 6 Lineare kontinuierliche Systeme

### 6.1

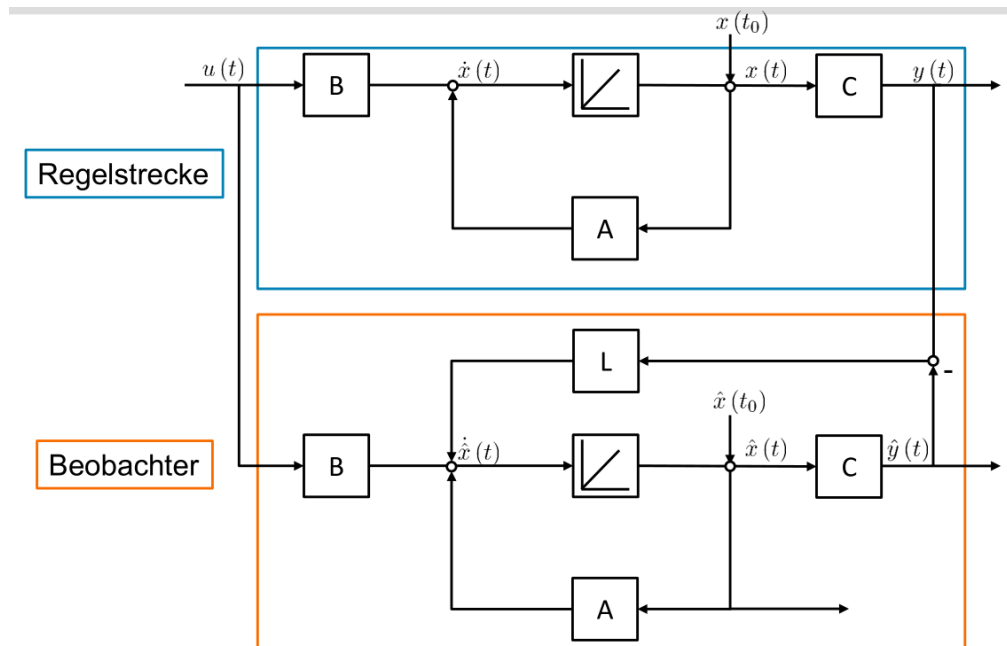
Welche Annahmen liegen dem linearen Einspurmodell zugrunde? Nennen Sie mindestens 5 Stück.

- Reduktion auf ein Rad pro Achse, d.h.  $s_l = s_r = 0$ ;  $c_\alpha = c_{\alpha,l} + c_{\alpha,r}$
- Gesamte Masse im Schwerpunkt

- Schwerpunkt auf Höhe der Fahrbahn (damit Betrachtung von Wank-, Nick-, und Hubbewegung wegfällt)
- Konstante Fahrzeuggeschwindigkeit
- Kleine Winkel ( $\sin x = x, \cos x = 1, \tan x = x$ )
- Keine Radlastschwankungen
- Zwei Systemzustände (Gierrate  $\dot{\psi}$ , Schwimmwinkel  $\beta$ )
- Lineare Reifenkennlinie
- Reine Vorderachslenkung  $\delta_H = 0$
- Gültig bis ca.  $|a_y| \leq 4 \frac{m}{s^2}$

## 6.2

Zeichnen Sie ein Blockschaltbild eines dynamischen Systems mit Beobachter. Beschriften Sie das Blockschaltbild sorgfältig.





### 6.3

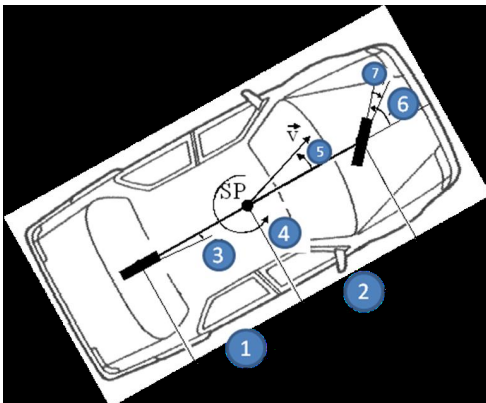
Reduzieren Sie das gegebene Querführungsmodell 5.Ordnung soweit wie möglich, so dass damit ein Schwimmwinkelbeobachter konstruierbar ist. Notieren Sie das Modell in Zustandsdarstellung unter der Annahme, dass der Lenkwinkel die einzige Eingangsgröße ist.

$$\begin{pmatrix} \dot{\lambda} \\ \ddot{\Psi}_V \\ \dot{\beta} \\ \dot{\Psi}_{rel} \\ \dot{y} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \frac{c_{\alpha v} l_v}{I_z} & -\frac{c_{\alpha v} l_v^2 + c_{\alpha h} l_h^2}{I_z v} & -\frac{c_{\alpha v} l_v - c_{\alpha h} l_h}{I_z} & 0 & 0 \\ \frac{c_{\alpha v}}{m v} & -1 - \frac{c_{\alpha v} l_v - c_{\alpha h} l_h}{m v^2} & -\frac{c_{\alpha v} + c_{\alpha h}}{m v} & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & v & v & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \lambda \\ \dot{\Psi}_V \\ \beta \\ \Psi_{rel} \\ y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \dot{\lambda} + \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ -v \\ 0 \end{pmatrix} c_0 \quad (9)$$

$$\begin{pmatrix} \ddot{\Psi}_V \\ \dot{\beta} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -\frac{c_{\alpha v} l_v^2 + c_{\alpha h} l_h^2}{I_z v} & -\frac{c_{\alpha v} l_v - c_{\alpha h} l_h}{I_z} \\ -1 - \frac{c_{\alpha v} l_v - c_{\alpha h} l_h}{m v^2} & -\frac{c_{\alpha v} + c_{\alpha h}}{m v} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \dot{\Psi}_V \\ \beta \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \frac{c_{\alpha v} l_v}{I_z} \\ \frac{c_{\alpha v}}{m v} \end{pmatrix} \lambda \quad (10)$$

### 6.4

Beschriften Sie folgende schematische Darstellung des linearen Einspurmodells in der nachstehenden Tabelle.

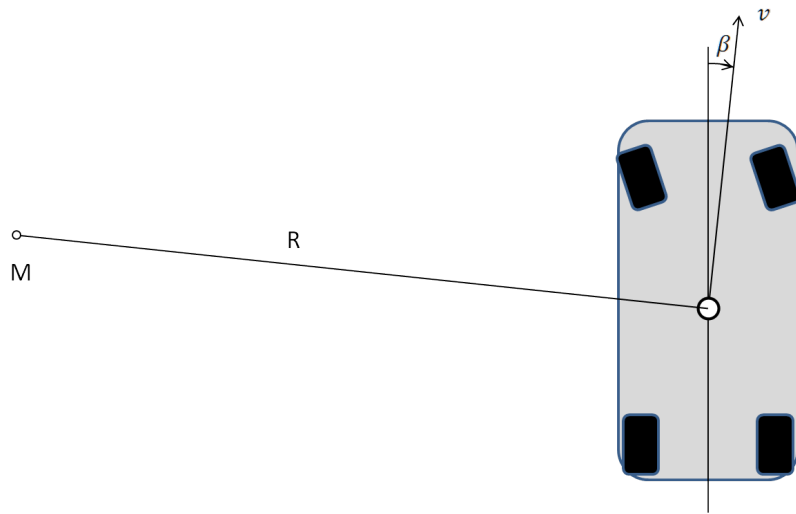


Nr.	Bezeichnung	Bedeutung
1	$l_H$	Schwerpunktvorlage
2	$l_V$	Schwerpunktrücklage
3	$\alpha_H$	Schräglaufwinkel von Hinterachse
4	$\Psi$	Gierwinkel
5	$\beta$	Schwimmwinkel
6	$\delta$	Lenkwinkel
7	$\alpha_V$	Schräglaufwinkel von Vorderachse

### 6.5

#### 6.5.1

Wie ist der Schwimmwinkel im Fahrzeug definiert?



Der Schwimmwinkel ist der Winkel  $\beta$  zwischen der Bewegungsrichtung des Fahrzeugs im Schwerpunkt und der Fahrzeuglängsachse.

### 6.5.2

Welche Bedeutung hat der Schwimmwinkel bzgl. der Dynamik des Fahrzeugs?

$$\begin{aligned}
 a_{y,trans} &= \frac{dv_y}{dt} \\
 &= v \underbrace{\dot{\beta} \cos \beta}_1 + \underbrace{\dot{v} \sin \beta}_{0, \text{ da } \dot{v}=0} \\
 &= b \dot{\beta}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 a_{y,rot} &= \frac{v^2}{R} \quad \text{mit } v = \dot{\Psi} R \\
 &= \frac{v \cdot \overbrace{\dot{\Psi} R}^v}{R} = v \cdot \dot{\Psi}
 \end{aligned} \tag{11}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Superposition} \quad a_y &= a_{y,trans} + a_{y,rot} \\
 &= v \cdot (\dot{\beta} + \dot{\Psi})
 \end{aligned}$$

## 7 Beobachter

### 7.1

Wo liegen die Pole der Übertragungsmatrix eines Beobachters in Abhängigkeit von der Rückführungsmatrix  $L$ ? Geben Sie eine Herleitung für Ihr Ergebnis an.

$$\begin{aligned}\dot{\hat{x}} &= A\hat{x} + Bu + L(y - \hat{y}) \\ \hat{y} &= c\hat{x} \\ \dot{\hat{x}} &= A\hat{x} + Bu + Ly - LC\hat{x} \\ &= (A - LC)\hat{x} + Bu + Ly \\ s\hat{X} &= (A - LC)\hat{X} + Bu + LY \\ (sI - A + LC)\hat{X} &= Bu + LY \\ \hat{X} &= \underbrace{(sI - A + LC)^{-1}}_{\text{Polverteilung Übertragungsfunktion}} (Bu + LY)\end{aligned}\tag{12}$$

### 7.2

Für folgendes System soll ein Beobachter zur Zustandsrekonstruktion so entworfen werden, dass die Beobachterfehlerdynamik einen doppelten Pol bei  $s = -2$  aufweist.

$$\begin{aligned}\dot{x} &= \begin{bmatrix} 2 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u \\ y &= [1 \quad 0] x\end{aligned}\tag{13}$$

#### 7.2.1

Überprüfen Sie das System auf die Beobachtbarkeit.

Kriterium:

$$Q_B = \begin{bmatrix} C \\ CA \end{bmatrix} \rightarrow \det Q_B \neq 0\tag{14}$$

$$Q_B = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 2 & 1 \end{bmatrix} \rightarrow \det Q_B = 1 \rightarrow \text{beobachtbar}\tag{15}$$

#### 7.2.2

Bestimmen Sie die Beobachterkoeffizienten  $l_1$  und  $l_2$ .

$$\det(sI - A + LC) = \left| \begin{bmatrix} s - 2 + l_1 & -1 \\ 1 + l_2 & s \end{bmatrix} \right| = s^2 - 2s + l_1 s + 1 + l_2 \quad (16)$$

Weil die Beobachterfehlerdynamik einen doppelten Pol bei  $s = -2$  aufweist, so die Koeffiziente proportional zu die von Gleichung  $(s + 2)(s + 2) = 0$  sein. Also:

$$(s + 2)(s + 2) = \underbrace{s^2}_{s^2} + \underbrace{4s}_{4s} + \underbrace{4}_{4} \stackrel{\text{Koeffizientenvergleich}}{\iff} \underbrace{s^2}_{s^2} + \underbrace{(-2 + l_1)s}_{(-2 + l_1)s} + \underbrace{1 + l_2}_{1 + l_2}$$

$$\begin{cases} l_1 = 6 \\ l_2 = 3 \end{cases} \quad (17)$$

## Teil IV

# UML

## 8 UML: Lichtsteuerung in einem Oberklasse Fahrzeug

Als Entwicklungsingenieur eines großen Automobilherstellers der Region sollen Sie eine Lichtsteuerung für ein neues Fahrzeugprojekt entwickeln. Sie entscheiden sich dafür, dieses mit Hilfe von UML-Statecharts zu spezifizieren. Zu steuern sind zwei Innenraumleuchten (vorn und hinten) sowie eine Schminkspiegelleuchte in der Sonnenblende auf dem Beifahrersitz. Das System reagiert auf das Öffnen/Schließen der Fahrzeugtüren (4-Türer) sowie den Funkschlüssel. Nach dem Schließen der Türen soll eine Nachleuchtzeit von 10 Sekunden eingehalten werden.

Modellieren Sie das System in einem **UML-Statechart**.

(Bei dieser Aufgabe kommt es nicht auf Vollständigkeit an, sondern auf die saubere Modellierung der ausgewählten Aspekte.)

## 9 UML: Frontscheibenwischer

Als Entwicklungsingenieur eines großen Automobilherstellers sollen Sie eine Scheibenwischersteuerung für ein neues Fahrzeugprojekt entwickeln. Sie entscheiden sich dafür, dieses mit Hilfe von UML-Aktivitätsdiagrammen zu modellieren. Zur Vereinfachung der Aufgabe soll angenommen werden, dass das Fahrzeug **nur über einen Scheibenwischer für die Frontscheibe** verfügt. Das System reagiert auf einen Lenkstockschalter mit folgenden Schalterstellungen für den Scheibenwischer:

- Aus
- Wischen im Intervallmodus mit normaler Geschwindigkeit
- Dauerndes Wischen mit normaler Geschwindigkeit
- Schnelles Wischen

Zusätzlich verfügt das Fahrzeug über einen Zündungsschlüsselschalter mit den Positionen:

- ZündungAn
- ZündungAus

Bei ausgeschalteter Zündung soll der Scheibenwischer nicht wischen. Wird die Zündung allerdings während eines Wischvorgangs abgeschaltet, so soll der Scheibenwischer noch seinen Wischvorgang vollenden, bis er wieder seine Ruheposition erreicht hat.

Es stehen folgende Aktivitäten zur Verfügung:

- SchalterZuständeEinlesen
- 5SekundenWarten (für Intervallwischen)

- NormalWischen
- SchnellWischen

Modellieren Sie das System mit **einem** UML-**Aktivitätsdiagramm**.

Bitte verwenden Sie kein UML-Zustandsdiagramm.

(Bei dieser Aufgabe kommt es nicht auf Vollständigkeit an, sondern auf die saubere Modellierung der ausgewählten Aspekte.)

# Architekturen

## 10 Strukturierung komplexer Systeme

Nennen Sie zwei mögliche Konzepte zur Strukturierung komplexer Systeme

- Hierarchie
- Verhalten

## 11 Funktionale Systemarchitektur

Welche potentiellen Vorteile bietet die Verwendung einer funktionalen Systemarchitektur

- Diskussion der Systemstruktur unabhängig von der Hardware(Hardware können sich häufig ändern)
- Hardware-unabhängige Schnittstellenanalyse
- Ableitung der Hardware-Topologie aus den funktionalen Anforderungen → Hardware-Topologie richtet sich nach den funktionalen Anforderungen
- Hierarchie der Beschreibungsebenen als strukturierendes Element

## 12 Hierarchische Mehrebenensysteme

Was zeichnet hierarchische Mehrebenensysteme aus?

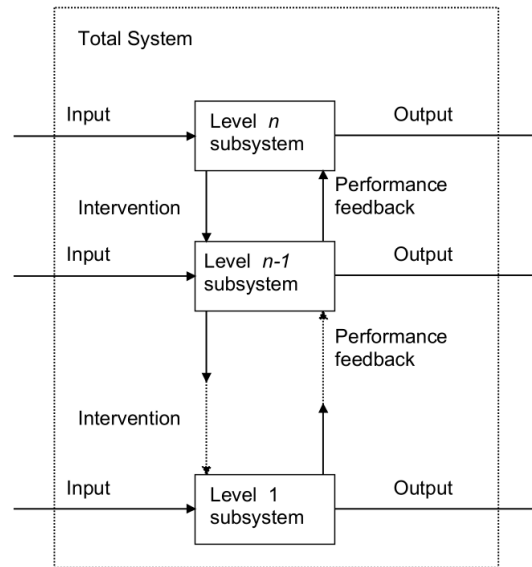
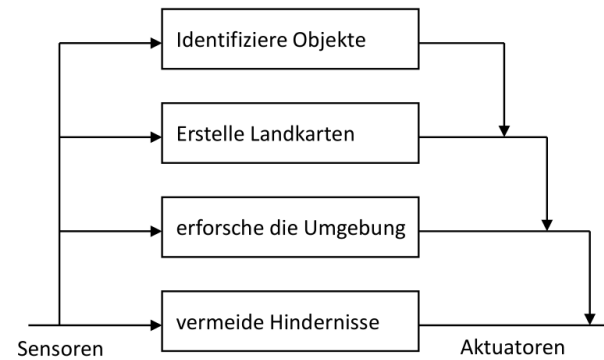


Abbildung 7: hierarchie Mehrebenensystem

## 13 Verhaltensbasierte Architekturen

Was zeichnet aus?

bekanntester Vertreter: Subsumptionsarchitektur (Brooks, 1986) (engl. subsume: zusammenfassen, unterordnen)





## 14 Drei-Ebenen-Modell nach Rasmussen

In welche drei unterschiedlichen Verhaltensebenen gliedert sich das Drei-Ebenen-Modells nach Rasmussen? Was zeichnet die Ebenen jeweils aus?

- Wissensbasiertes Verhalten
- Regelbasiertes Verhalten
- Fertigkeitsbasiertes Verhalten

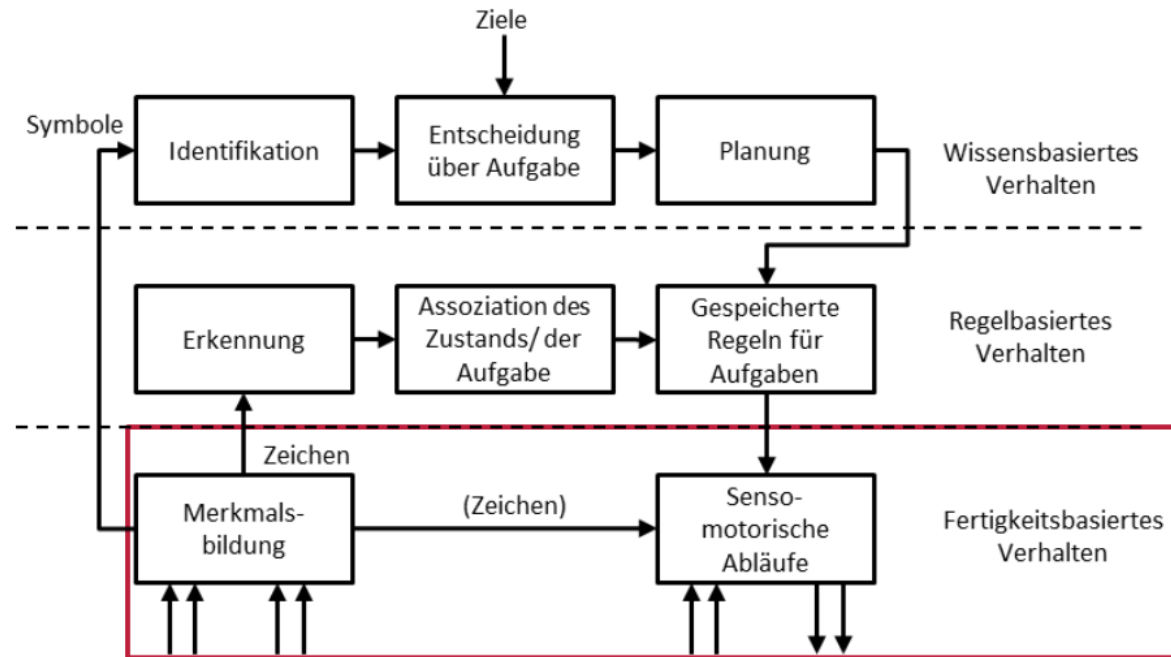


Abbildung 8: Rasmussens Drei-Ebenen-Modell

# Systematischer Entwurf von Fahrerassistenzsystemen

15

Vervollständigen Sie das nebenstehende Schaubild

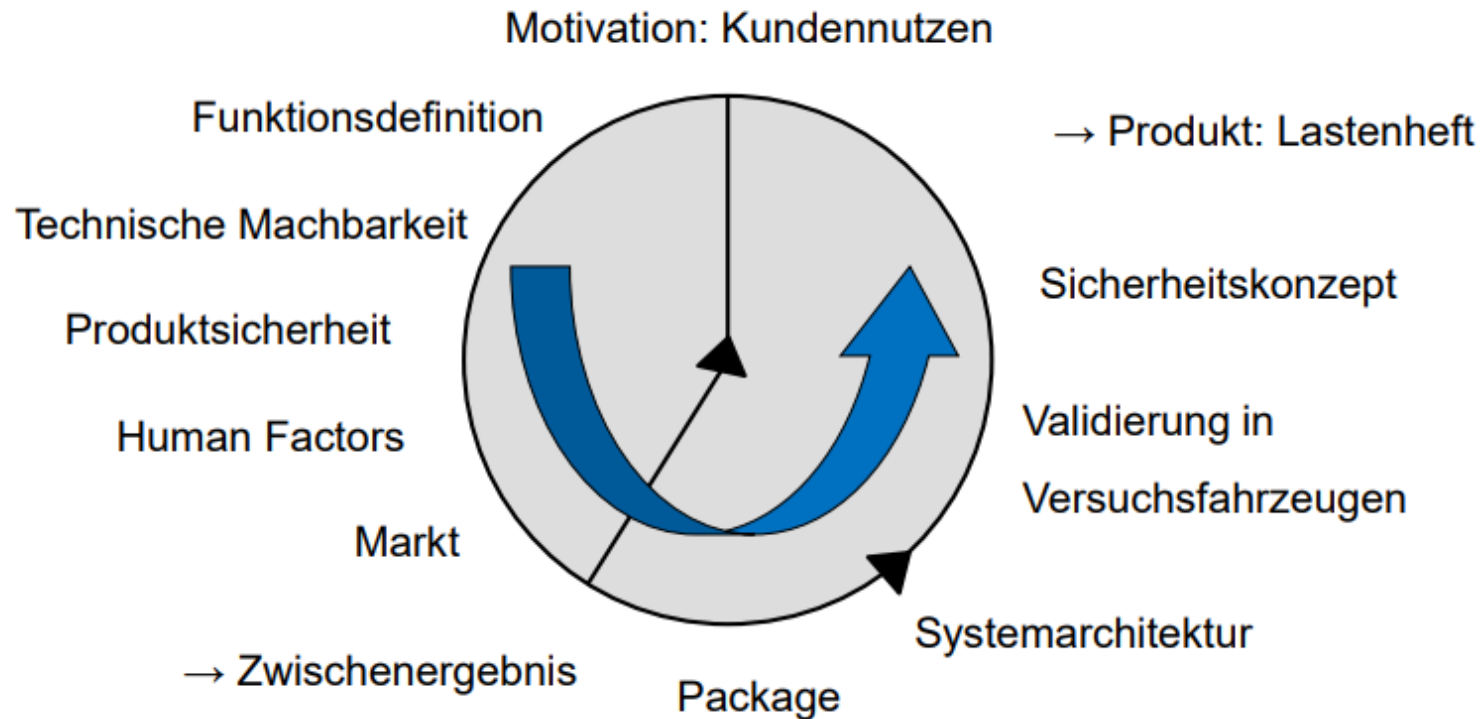


Abbildung 9: Systematischer Entwurf von Fahrzeugsystemen

16

Was ist in dem Zusammenhang mit dem Aspekt Markt gemeint?

Entwicklung einer Vermarktungsstrategie

- Abschätzen der Marktchancen

- markenspezifische Funktionsdefinition
- Zielpreis vor Kunde
- nutzertransparente Funktion (Vermarktbarkeit)
- Zielkonflikt: Funktionalität versus Zeitpunkt der Markteinführung
- Zielkonflikt: Funktionalität versus Preis

# Entwurfsprozesse und Anforderungsanalyse

## 17 Entwicklungsprozess

### 17.1

Was versteht man unter dem Begriff Phasenmodell?

- Partitionierung des Herstellungsprozesses
- Definierte abgegrenzte Phasen
- Vorgabe von Zwischenergebnissen
- Festlegung der Reihenfolge

Nennen Sie ein Beispiel für ein Phasenmodell. In welche Phasen gliedert sich das von Ihnen gewählte Modell?

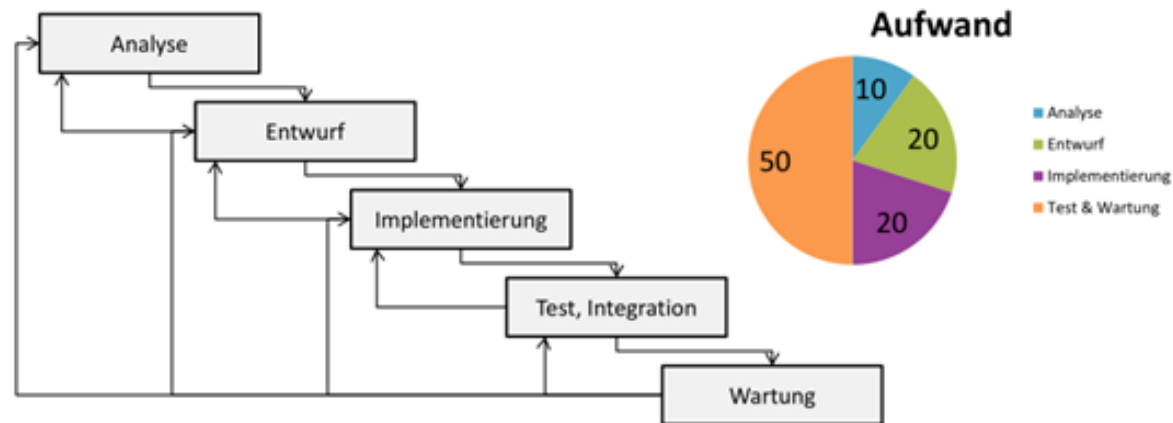


Abbildung 10: Wasserfall-Modell

Es gliedert sich in folgende Phasen:

1. Analyse
2. Entwurf

3. Implementierung
4. Test, Integration
5. Wartung

## 17.2

**Im V-Modell ' 97 besteht der erste Schritt darin Anforderungen zu erstellen und festzulegen. Welche Quellen können dabei für die Erstellung von Anforderungen herangezogen werden?**

- – Prototypen
  - Workshops
- – Supportmitarbeiter
  - Untrainierte Nutzer
- – Feedback
  - Fehlerberichte
  - Interviews
- Andere Systeme

## 17.3

**Der Mensch ist ein schlechter Überwacher von automatisierten Systemen.**

**Welche Maßnahmen können den Menschen bei dieser Überwachungsaufgabe unterstützen?**

- Anzeigen können dem Überwacher helfen, die Leistungsfähigkeit des Systems einzuschätzen
- Die Verantwortung zwischen Überwacher und Fahrzeuge muss jederzeit geklärt sein
  - Mögliches Kontrollvakuum
- Ebenso muss die Kontrollmöglichkeit jederzeit eindeutig sein
  - Möglicher Kontrollüberfluss

## 17.4 Evolutionäre Modelle

### 17.4.1

Was zeichnet evolutionäre Modelle aus?

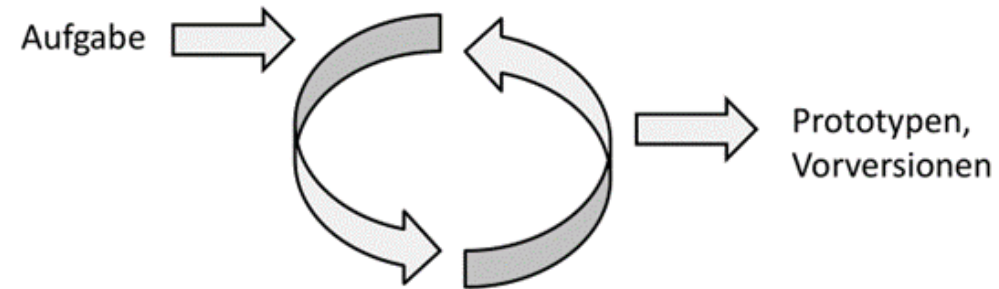


Abbildung 11: Evolutionäre Modelle

- Kurz Iterationen immer derselben Phasen
- Erzeugung von Prototypen

### 17.4.2

Wofür sind diese Modelle primär geeignet?

Gut geeignet für kleine Projekte mit unklaren Anforderungen

## 17.5 V-Modells von ' 97

In der Vorlesung haben Sie das V-Modells von ' 97 kennengelernt.

### 17.5.1

In welche vier Schritte gliedert sich der „linke Ast “ des Modells?

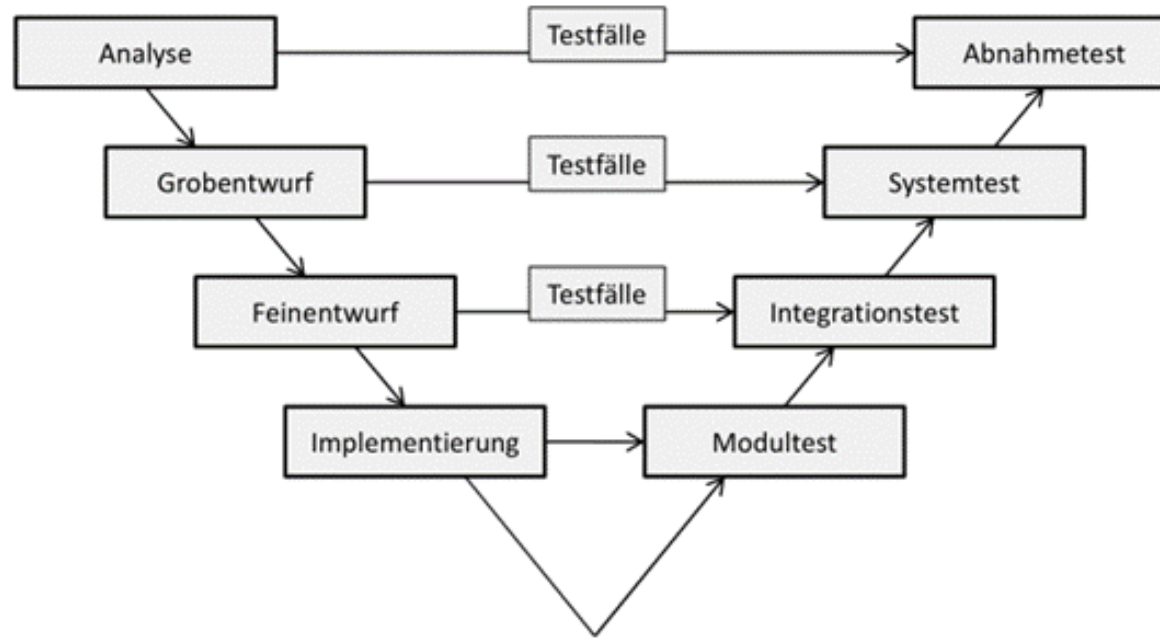


Abbildung 12: V-Modell '97

1. Anforderungsanalyse
2. Grobenentwurf
3. Feinentwurf
4. Implementierung

### 17.5.2

Was zeichnet die Schritte jeweils aus?

1. Analyse
  - Kontext des Projekts definieren
  - Anforderungen erstellen
  - Eingabe: Lastenheft, Kunden
  - Ausgabe: Kontextdiagramm, Anforderungen

## 2. Grobenentwurf

- Architekturentwurf
- Unabhängig von Programmiersprachen
- Funktionale Betrachtung/Systemarchitektur
- Eingabe: Ergebnis der Anforderungsanalyse, Projektkontext
- Ausgabe: Subsystem- und Schnittstellen-Spezifikation

## 3. Feinentwurf

- Entwurf von
  - Komponenten
  - Datenstrukturen
  - Algorithmen
- Angepasst an Programmiersprache(n)
- Eingabe: Subsystem- und Schnittstellen-Spezifikation
- Ausgabe: Softwareentwurf, Testfälle

## 4. Implementierung

- Definition: Implementierung ist die Menge aller Tätigkeiten zur Umsetzung der gegebenen(technischen) Systemarchitektur und detaillierten Spezifikation in ein lauffähiges, testbares, dokumentiertes Produkt.
- Eingabe: Subsystem- und Schnittstellen-Spezifikation, Softwareentwurf, Testfälle
- Ausgabe: lauffähiges Produkt, Testplanung, Dokumentation

# 18 Agile Entwicklung

## 18.1

### Wie unterscheiden sich iterative und inkrementelle Entwicklung?

- Kurze Feedbackzyklen
- Entwicklerteamorientiert(Eigenverantwortung und -organisation, Kommunikation etc.)
- Qualitätsorientierung bereits zu Beginn
- Kontinuierliche Verbesserungen



## 18.2

Sie haben in der Vorlesung das Agile Manifest der Softwareentwicklung kennengelernt. Welches sind die vier Leitwerte dieses Manifests?

**Individuen und Interaktionen** mehr als Prozesse und Werkzeuge

**Funktionierende Software** mehr als umfassende Dokumentation

**Zusammenarbeit mit dem Kunden** mehr als Vertragsverhandlung

**Reagieren auf Veränderung** mehr als das Befolgen eines Plans

## 18.3

Welche agilen Prozesswerkzeuge bzw. Methoden findet besonders im Automotive-Bereich Anwendung?

- Scrum
- Continuous Integration
- Kanban

## 18.4

Was ist das primäre Ziel der agilen Methode der "Continuous Integration" und was zeichnet diese weiterhin aus?

### 18.4.1 Primäres Ziel

Integrationsprobleme vermeiden

### 18.4.2 Was zeichnet weiterhin aus

- Mindestens täglich Code einchecken
- Code muss vor dem Einchecken funktionieren
- Nicht einchecken, solange Integrationsprobleme vorliegen
- Verursacher müssen Integrationsprobleme umgehend beheben oder Änderungen rückgängig machen

## 18.5

Welche Nachteile hat die agile Entwicklung

- Skaliert nicht mit Aufgabenumfängen

- Verhindert langfristige Planung
- Feature-getrieben

## 19 VSD(Value-Sensitive-Design)

### 19.1

**Was versteht man unter dem Paradigma des Value-Sensitive-Design** Menschlicher Werte in der Entwicklung Ansatz:

- Identifikation aller direkten und indirekten Stakeholder
- Identifikation der relevanten Werten der Stakeholder
- Berücksichtigung der Werte in allen Prozessschritten der Entwicklung

### 19.2

**Aus welchen drei Bestandteilen setzt sich die integrative und iterative Methodik des Value-Sensitive-Design zusammen? Was zeichnet diese Bestandteile aus?**

- Konzeptuelle Investigationen
  - Wer sind Stakeholder?
  - Was sind relevante Werte?
  - Gibt es Trade-offs/Hierarchien?
- Empirische Investigationen
  - Sozialwissenschaftliche Methoden: Kennen wir alle Stakeholder und ihre Werte?
- Technische Investigationen
  - Was beeinflusst die Implementierung verschiedene Werte?

## 20 Anforderungen

### 20.1

**In welche Aufgaben gliedert sich das Anforderungsmanagement?**

1. Anforderungsmanagement planen und steuern
2. Anfangspunkt setzen
3. Anforderungen erheben
4. Anforderungen dokumentieren
5. Anforderungen qualitätssichern
6. Anforderungen verwalten

### 20.2

**Warum ist Anforderungsmanagement erforderlich?**

Anforderungsmanagement

- dient der Kommunikation und Einigung zwischen allen Beteiligten
- bildet die Basis der Kalkulation
- ist Vertragsbestandteil zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer
- ist die Vorgabe für die Entwickler
- bildet die Basis für Testfälle
- ermöglicht frühzeitige Erkennung von Problemen
- dient der Interessenvertretung der Endanwender

→ stellt Produkterfolg sicher

## 20.3

Wie sollte in eine Anforderung aufgebaut sein?

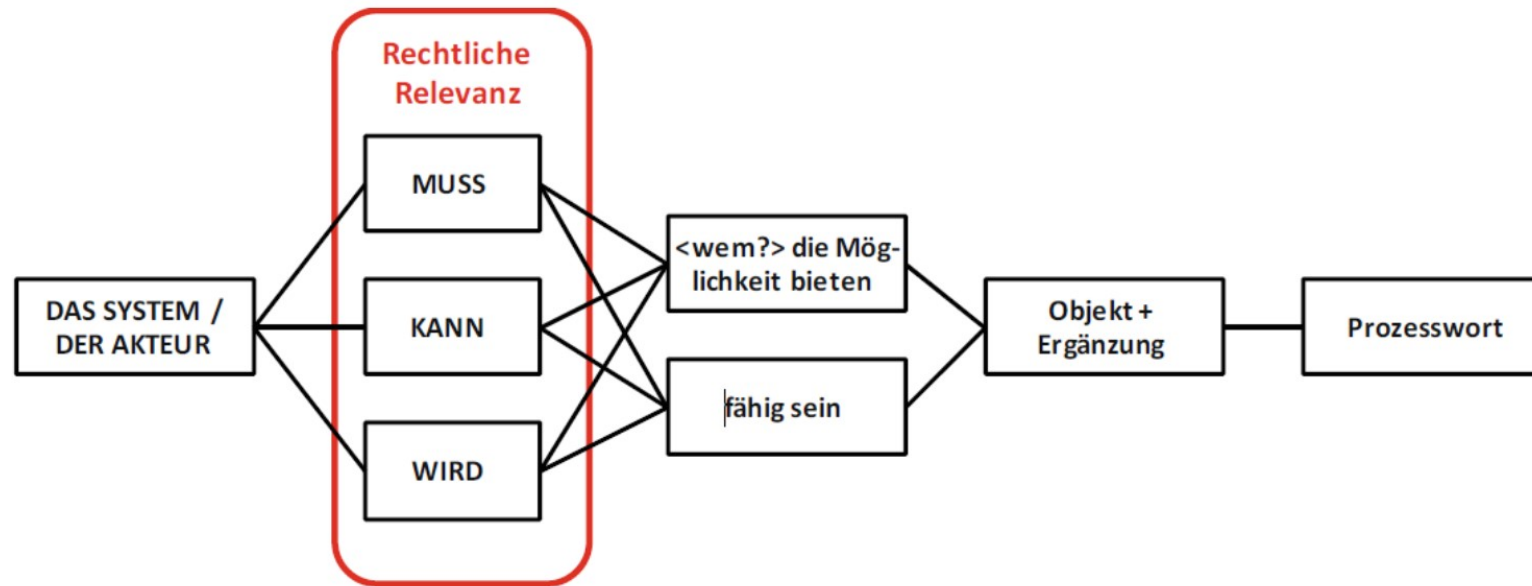


Abbildung 13: Aufbau einer Anforderung

## Teil VIII

# Testen

## 21 Fachtermini

Für das deutsche Wort "Fehler" gibt es im Bereich des Testens verschiedene Fachtermini für unterschiedliche Situationen. Geben Sie für jede der Lücken einen deutschen und englischen Fachterminus an.

1. Der Programmierer begeht einen Fehlhandlung (error) ...
2. ... und hinterlässt einen Fehlerzustand (bug) **im Programmcode**.
3. Wird dieser ausgeführt, tritt ein Fehlerzustand (fault) **im Programmzustand** auf,
4. der sich als eine Fehlerwirkung (failure) **nach außen manifestiert**.

## 22

Was lässt sich durch Testen nachweisen, was hingegen nicht?

Testen zeigt nur die Anwesenheit von Fehlern, aber nie ihre Abwesenheit.

"Progran testing can be used to show the presence of bugs, but never to show their absence." (E. Dijkstra)

## 23 Ziel

Was sind die Ziele des Testens?

- Überprüfung und **Steigerung der Qualität**
  - Fehler aufdecken
  - Gefundene **Fehler korrigieren**
- Minimierung der **Gesamtkosten** durch Fehlerfindung

## 24 Testteam

Welche Rollen im Testteam unterscheidet man? Welche Aufgaben sind mit der jeweiligen Rolle verbundenen?

- Testmanager: Verantwortlich für Ablauf des Testprozesses, Testplanung
- Testingenieur: Umsetzung der Teststrategie, Leitung der Ausführung von Testfällen
- Testentwickler: Konkretisiert Testfälle
- Tester: Operatives Ausführen der Testfälle

## 25 Testarten

Welche vier Testarten bzgl. des V-Modells von '97 haben Sie in der Vorlesung kennengelernt? Was zeichnet diese Testarten jeweils aus?

### 1. Modultest

- Isolierte Überprüfung der einzelnen Module
- Prüfung einzelner Methoden und Klassen
- Prüfung der fehlerfreien Funktion eines Moduls bezogen auf die Modulspezifikation

### 2. Integrationstest

- Testen mehrerer Module im Verbund oder Subsysteme
- Schrittweises Zusammenfügen zum Gesamtsystem
- Schwerpunkt liegt auf Prüfung des korrekten Zusammenwirkens der Module

### 3. Systemtest

- Testen des vollständigen Systems
- Überprüfung der Funktionalität und Leistung gegen die Spezifikation (beim Hersteller/Entwickler)

### 4. Abnahmetest

- Nicht: Fehler hinsichtlich der Spezifikation finden
- Sondern: prüfen, ob das System **aus Kundensicht** die vereinbarten Leistungsmerkmale aufweist

→ Validierung

## 26 Verifikation und Validierung

Worin besteht der Unterschied zwischen der Verifikation und der Validierung?

Verifikation	Validierung
Verifikation stellt den Prozess dar, der beurteilt, ob ein System richtig entwickelt wurde	Validierung beschreibt den Prozess, der überprüft, ob das richtige System entwickelt wurde
Die Verifikation ist eine Prüfung mit objektiven Mitteln, ob spezifizierte Anforderungen erfüllt sind	Die Validierung ist eine Prüfung mit objektiven Mitteln, ob ein Produkt für eine bestimmte Anwendung oder einen bestimmten Gebrauch geeignet ist

## 27 White- und Black-Box-Testverfahren

Nennen Sie jeweils drei Eigenschaften von White-Box- und Black-Box-Testverfahren.

Black-Box-Tests	White-Box-Tests
Testfälle aus Spezifikation	Testfälle ausgehend von Struktur des Testgegenstands
Innere Struktur bei Ermittlung der Testfälle unbekannt	Testfälle auch vom Entwickler
Testendekriterien anhand der spezifizierten Anforderungen	Testendekriterien anhand des Codes

# Funktionale Sicherheit

## 28 ISO26262

### 28.1

Im Rahmen der Vorlesung haben Sie die Funktionale Sicherheitsbetrachtung nach ISO 26262 kennengelernt.

Nennen Sie die Definition von Funktionaler Sicherheit nach ISO 26262

Funktionale Sicherheit ist die Abwesenheit unzumutbarer Risiken aufgrund von Gefährdungen, verursacht durch ein fehlerhaftes Verhalten eines E/E-Systems.

### 28.2

Im Rahmen der Vorlesung haben Sie die Funktionale Sicherheitsbetrachtung nach ISO 26262 kennengelernt.

Welche beiden generellen Fehlertypen können zum Ausfall eines Systems gemäß der ISO 26262 führen?

- Systematische Fehler
- Zufällige Hardwarefehler

### 28.3

Im Rahmen der Vorlesung haben Sie die Funktionale Sicherheitsbetrachtung nach ISO 26262 kennengelernt.

Was wird in der Item Definition festgelegt?

Definition von:

- Systemanforderungen (Funktionalität)
- Systemgrenzen
- Abhängigkeiten und Schnittstellen

### 28.4

Im Rahmen der Vorlesung haben Sie die Funktionale Sicherheitsbetrachtung nach ISO 26262 kennengelernt.

Was sind die drei zentralen Einflussfaktoren für eine Gefährdungsanalyse und Risikobewertung (G&R) nach ISO 26262?

$$\begin{aligned} R &= F(f, C, S) \\ f &= \lambda \cdot E \end{aligned} \tag{18}$$



$R$ : Risiko

$f$ : Auftretensfrequenz

$C$ : Beherrschbarkeit

$S$ : Mögliche Schadensschwere

$\lambda$ : Ausfallrate des Systems

$E$ : Auftretenswahrscheinlichkeit der Fahrsituation

Vereinfachte Annahme der ISO 26262:  $f = E$

## 28.5

**Welche Defizite besitzt die ISO 26262 im Bezug auf die Entwicklung automatisierter Fahrfunktionen?**

**Randbedingungen** Fahrerassistenz/ Automatisiertes Fahren

- Systeme mit Umfeldwahrnehmung und -interpretation
- Fahrzeug bewegt sich in einer offenen Umgebung
- Nicht quantifizierbare Menge an Szenarien

## 29 Sicherheit als emergente Eigenschaft

### 29.1

Sie haben in der Vorlesung eine Definition von verschiedenen Sichten auf die Sicherheit kennengelernt wie sie etwa von Waymp verwendet wird.

Was versteht man in diesem Zusammenhang unter Verhaltenssicherheit und was unter Betriebssicherheit?