

1. Aufgabe: Einführung

- a) Nennen Sie die fünf Grade der Automatisierung entsprechend der Definition der SAE in geordneter Reihenfolge (*linke Spalte*). Benennen Sie dabei in kurzen Stichpunkten jeweils den entscheidenden Unterschied zur vorherigen Stufe (*rechte Spalte*). (9 P.)

Automatisierungsgrad	
No Automation	
Driver Assistance	System übernimmt Quer- <u>oder</u> Längsführung
Partial Automation	System übernimmt Quer- <u>und</u> Längsführung
Conditional Automation	Fahrer muss nicht mehr überwachen
High Automation	System als Rückfallebene für speziellen Anwendungsfall
Full Automation	Jeder Anwendungsfall

Lösungsvorschlag:

- 0,5 P je korrekter Nennung eines Automatisierungsgrades
- 1 P bei korrekter Reihenfolge
- 1 P je korrektem Unterschied (Punkt wird nur gegeben wenn auch Start/Ziel zum genannten Unterschied passen)

- b) Bei der Sicherheit wird häufig zwischen aktiver, passiver und integraler Sicherheit unterschieden. Nennen Sie jeweils das wesentliche Ziel, sowie ein Beispielsystem. (6 P.)

	Aktive Sicherheit	Passive Sicherheit	Integrale Sicherheit
Ziel:	Unfallvermeidung	Mindern der Unfallfolgen	Unfallvorbereitung
Beispiel-system:	ESP, ANB	Airbag, Deformationselem.	Gurtstraffer

Je 1 P

2. Aufgabe: Sensorik I

- a) Nennen Sie das Prinzip, das bei LiDAR Sensoren angewandt wird, um den Abstand zu Objekten zu messen. Beschreiben Sie zudem kurz, wie aus diesen Messungen auf die Relativgeschwindigkeit des Objekts geschlossen werden kann. (2 P.)

Time of Flight Prinzip.

1 P.

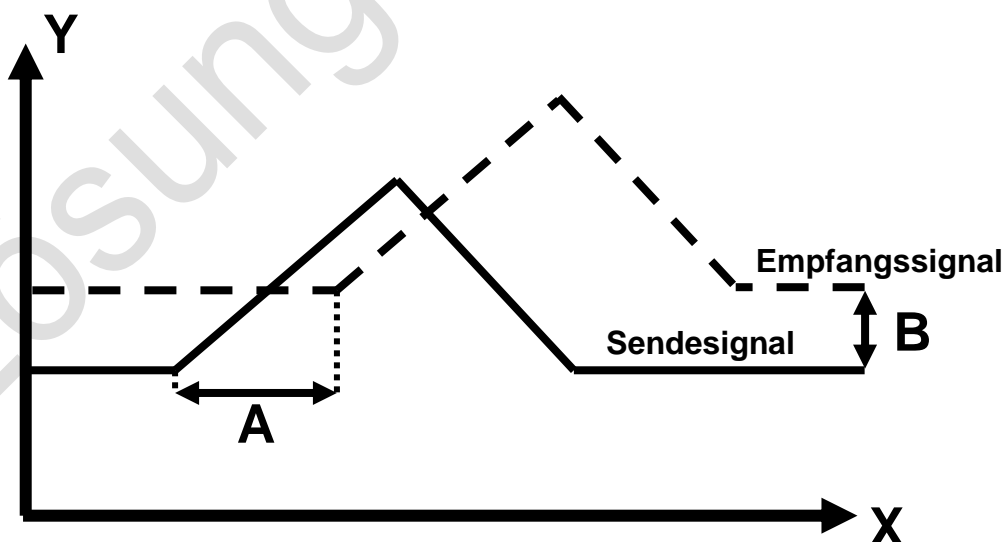
Zeitliche Ableitung der Abstände liefert Relativgeschwindigkeit. 1 P.

- b) Alternativ zur Technik aus der vorhergehenden Aufgabe kann bei RADAR Sensoren der Dopplereffekt genutzt werden, um die Relativgeschwindigkeit zu messen. Beschreiben Sie diesen kurz. (1 P.)

Reflektion der RADAR Wellen durch bewegtes Ziel führt zu Frequenzverschiebung des reflektierten Signals. Frequenzverschiebung ist abhängig von Relativgeschwindigkeit und erlaubt deshalb Messung dieser.

1 P.

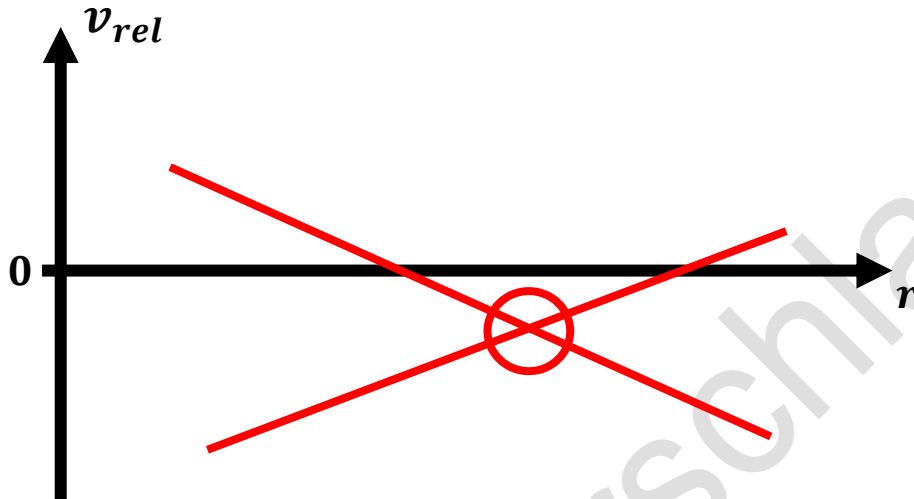
- c) Die Dauerstrich-Frequenzmodulation (FMCW) stellt eine Ausführung von RADAR Sensoren dar, die vom Dopplereffekt Gebrauch macht. Ergänzen Sie im folgendem, für FMCW charakteristischen Diagramm die Bezeichnung der Achsen X und Y. Benennen Sie zudem die eingezeichneten Intervalle A und B. (4 P.)



X:	Zeit	A:	Signallaufzeit (Time of Flight)
Y:	Frequenz	B:	Dopplerverschiebung/-frequenz

4x 1 P. für korrekte Bezeichnung / Benennung

- d) Skizzieren Sie anhand der Signale aus der vorhergehenden Aufgabe qualitativ die Verläufe der Relativgeschwindigkeit des Objekts v_{rel} über den Abstand des Objekts r . Markieren Sie die Lösung für Abstand und Relativgeschwindigkeit des Objekts. (3 P.)



2x 1 P. für Geraden

1 P. für Markierung der Lösung (Schnittpunkt unterhalb der x Achse)

- e) In Frequenzbändern welcher Größenordnung arbeiten RADAR Sensoren? (1 P.)

GHz 1 P.

- f) Zusätzlich zur Messung des Abstands und Relativgeschwindigkeit von Objekten möchten Sie diese klassifizieren. Welcher Sensortyp eignet sich dafür am besten? Mit welchen Wellenlängen arbeitet dieser? Handelt es sich um einen aktiven oder passiven Sensor? (3 P.)

Kamera 1 P.

300 – 700 nm (sichtbares Licht) 1 P.

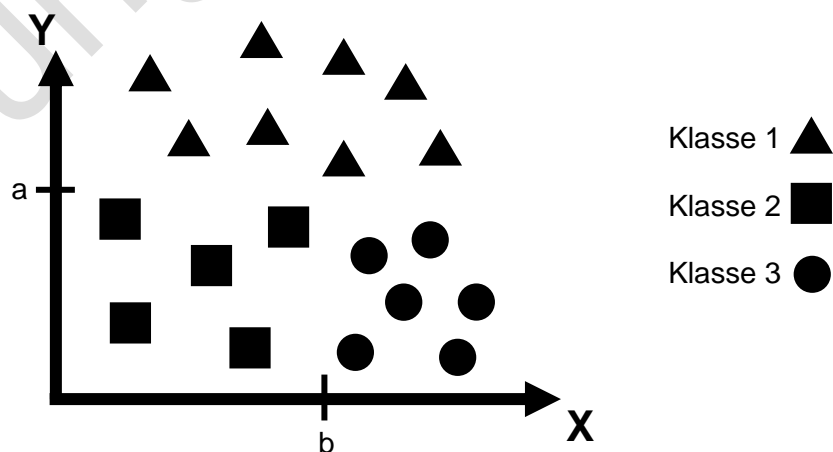
Passiver Sensor 1 P.

3. Aufgabe: Sensorik II

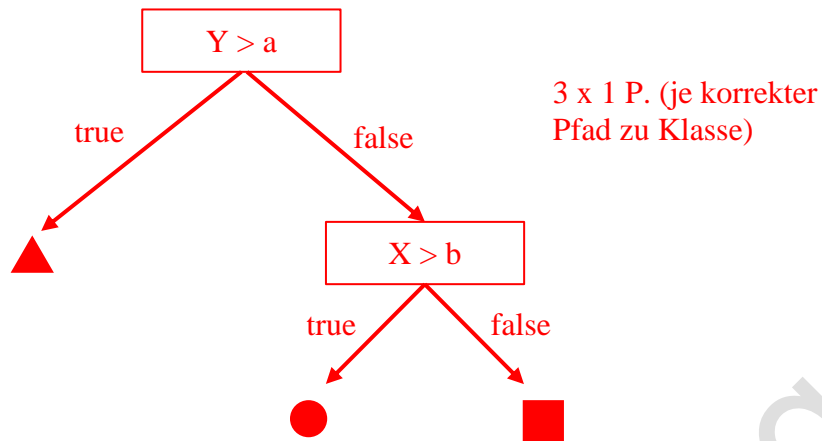
- a) Die Detektion und Verfolgung von Objekten mit RADAR oder LiDAR-Sensoren kann in fünf Schritte gegliedert werden. Geben Sie diese Schritte zusammen mit einer stichwortartigen Erklärung in der untenstehenden Tabelle an. (5 P.)

Schritt	Kurze Erklärung
Vorverarbeitung	Aufbereitung der Sensordaten; Reduktion der Datenmengen
Segmentierung	Clustering / Gruppieren von Punktwolken oder Datenpunkten
Merkmalsextraktion	Bestimmen / Ableiten von Objekteigenschaften wie Länge, Breite, Höhe, Form...
Klassifikation	Bestimmen, um welche Art von Objekt es sich handelt / Zuordnung der Objekte zu definierten Klassen
Tracking	Verfolgen des Objekts über die Zeit / Bewegung des Objekts bestimmen.

- b) Gegeben sei folgende Verteilung von exemplarischen Messdaten mit den dazugehörigen Klassen.



Erstellen Sie einen Entscheidungsbaum zur Unterscheidung der drei beteiligten Klassen. (3 P.)



- c) Sie wollen ein System zur Erkennung von Fahrstreifen anfertigen. Welchen Sensortyp und Einbauort wählen Sie dazu sinnvollerweise aus? Erklären Sie kurz das Vorgehen, um das System für die genannte Anwendung mit möglichst geringem Rechenaufwand umzusetzen. (4 P.)

Sensortyp: (Mono-) Kamera (1 P.)

Einbauort: Hinter Windschutzscheibe (1 P.)

Fahrstreifenmarkierungen mit hoher Wahrscheinlichkeit links und rechts, und in unterer Hälfte auf dem Bild. Auf diese Bereiche kann die Suche konzentriert werden.

(2 P.)

- d) Erläutern Sie kurz den Unterschied zwischen Clustering und Klassifikation. (2 P.)

Klassifikation gehört zur Gruppe des überwachten Lernens bei dem die Klassen vorab bekannt sind. Beim Clustering werden die Klassen hingegen erst gesucht, es handelt sich um unüberwachtes Lernen.

4. Aufgabe: Sensorik III

- a) Der Kalmanfilter ist ein Ansatz zum Tracking von Systemzuständen. Bezeichnen Sie die folgenden, darin vorkommenden Größen in den untenstehenden Formeln zum Aktualisieren des Systemzustands. (3 P.)

$$(1) \quad x_k(-) = \Phi_{k-1} x_{k-1}(+)$$

$$(2) \quad x_k(+) = x_k(-) + K_k [z_k - H_k x_k(-)]$$

$x(+)$	Aktualisierter (System)Zustand	Φ	(System- / Zustands-) Übergangsmatrix
$x(-)$	Prädizierter (System)Zustand	H	Messmatrix
K	Kalman-Faktor /-Gain	z	Messwert

(6x 0,5 P. für richtige Bezeichnung)

- b) Ordnen Sie die folgenden vier Schritte des Kalmanfilters den passenden Termen bzw. Formeln (1) und (2) aus der vorhergehenden Aufgabe zu. (4 P.)

- Zustandsprädiktion:** Formel (1) (1 P.)
- Messungsprädiktion:** $H_k x_k(-)$ (1 P.)
- Vergleich mit Messung:** $z_k - H_k x_k(-)$ (1 P.)
- Gewichtete Aktualisierung:** (Summe in) Formel (2) (1 P.)

- c) Teil des Kalmanfilters ist eine iterative Aktualisierung des Kalmanfaktors mit untenstehender Formel. Bezeichnen Sie die folgenden, darin vorkommenden Größen. (1 P.)

$$(3) \quad K_k = P_k(-) H_k^T [H_k P_k(-) H_k^T + R_k]^{-1}$$

$P(-)$	Kovarianz(matrix) des Prädikationsfehlers (a-priori)	R	(Kovarianz(matrix) des) Messrauschen(s)
--------	--	-----	---

(2x 0,5 P. für richtige Bezeichnung)

- d) Vereinfachen Sie die Formel (3) aus der vorhergehenden Aufgabe für den Fall, dass nur ein einziger Systemzustand existiert und dieser auch gemessen werden kann. (2 P.)

mit $H_k = 1$

aus (3) $K_k = \frac{P_k(-)}{P_k(-) + R_k}$ (2 P.)

- e) Welche zwei Werte nimmt der Kalmanfaktor an, wenn die Unsicherheit des Messwertes extrem niedrig oder extrem hoch ist? (2 P.)

Extrem niedrige Unsicherheit (1 P.)

Extrem hohe Unsicherheit (1 P.)

$$\lim_{R \rightarrow 0} K_k = 1$$

$$\lim_{R \rightarrow \infty} K_k = 0$$

- f) Erläutern Sie, ggf. mit Bezug auf die vorhergehenden Aufgaben, wie der Kalmanfaktor berechnet wird und welche Rolle er bei der Aktualisierung des Systemzustands hat. (2 P.)

Kalmanfaktor setzt Messrauschen R in Relation zur Kovarianz des Prädiktionsfehlers P (Ergebnis Aufg. d). (1 P.)

Auf Basis dessen: Gewichtung von Prädiktion und neuem Messwert im Innovationsschritt (Formel (2) in Aufg. a). (0.5 P.)

Weitere Erläuterung, ähnlich wie folgt: (0.5 P.)

Höheres Vertrauen in Messwert ($K \gg 0.5$), wenn Messrauschen niedrig (Aufg. e) oder Cov. des Präd.fehlers hoch.

Höheres Vertrauen in Prädiktion ($K \ll 0.5$), wenn Messrauschen hoch (Aufg. e) oder Cov. des Präd.fehlers niedrig.

- g) Nennen Sie die zwei in der Vorlesung vorgestellten Möglichkeiten mit der bei automatisierten Fahrfunktionen das Umfeld des Fahrzeugs repräsentiert werden kann. Erläutern Sie kurz einen Unterschied zwischen den Möglichkeiten. (2 P.)

Kartenbasierte Repräsentation (0,5 P.)

Objekt-/Modellbasierte Repräsentation (0,5 P.)

Mögl. Unterschiede – einer ausreichend (1 P.)

Merkmal für jeden Ort (Zellenbelegungswahrscheinlichkeit des Grids o.ä.) vs. Merkmale (Zustände) für Objekte in Liste

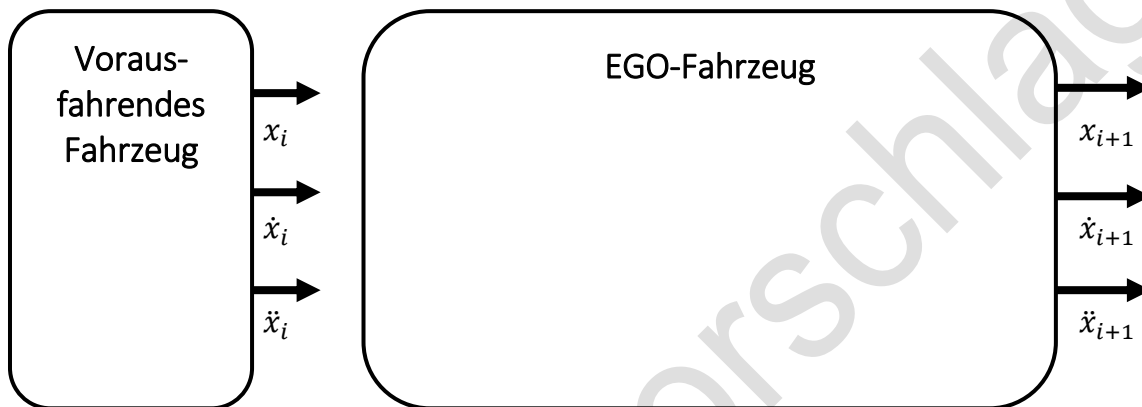
Kartenbasiert: Objektklassifikation nicht zwingend notwendig ...

5. Aufgabe: Funktionslogik und Regelung

Sie sollen den Regler für ein ACC Steuergerät entwickeln. Zur Detektion vorausfahrender Verkehrsteilnehmer kann das Steuergerät auf die benötigten Informationen der Radar-Sensorik zugreifen. (11 P.)

- a) Zunächst wollen Sie zwei einfache Regelungsansätze vergleichen. Ergänzen Sie die untenstehenden Blockschaltbilder zu einem *Beschleunigungsgeführten Regler mit PT1-Verhalten* und einem *Beschleunigungsgeführten Regler ohne PT1-Verhalten*. (4 P.)

Beschleunigungsgeführter Regler



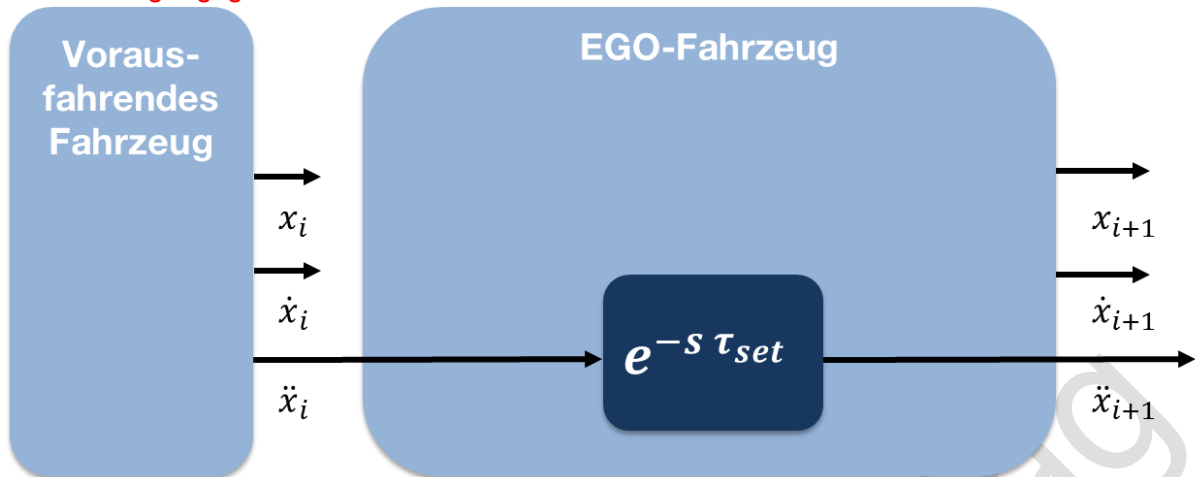
Beschleunigungsgeführter Regler mit PT1 Verhalten



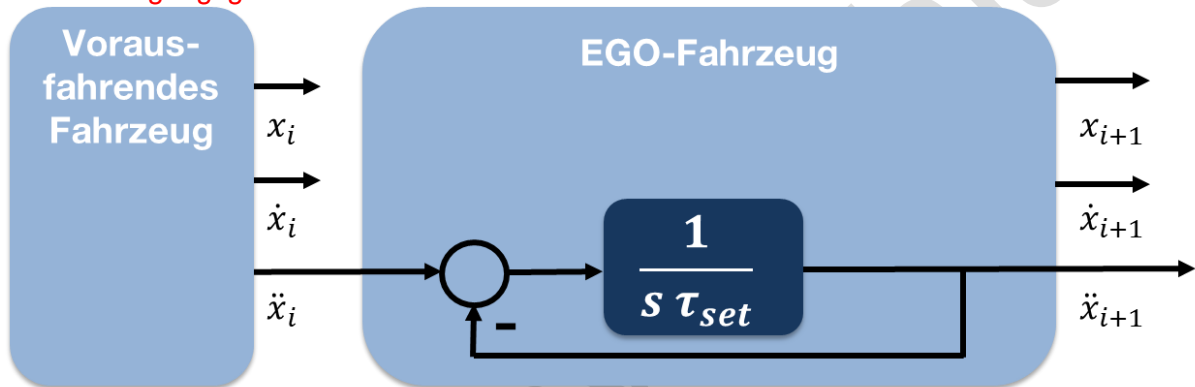
Lösungsvorschlag:

- Pfeile richtig verbunden (je 1 P.)
- Ausdruck im Block richtig (je 1 P.)

Beschleunigungsgeführt



Beschleunigungsgeführt mit PT1:

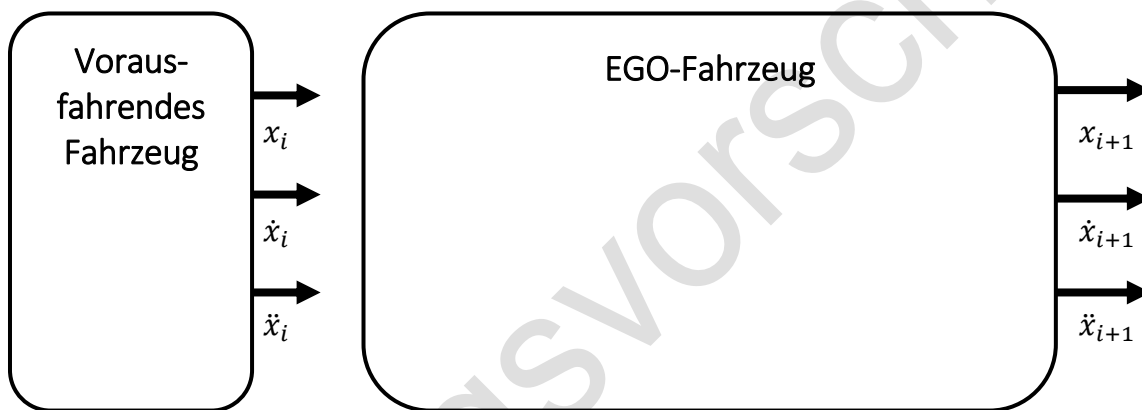


- b) Ein Kollege gibt Ihnen noch den Hinweis einen Relativgeschwindigkeitsgeführten Regler zu testen. Bei ersten Tests stellen Sie fest, dass sich zwei der bisher verwendeten Regler fast identisches Verhalten. Welche beiden Regler weisen bei entsprechender Wahl der Zeitkonstanten identisches Verhalten auf? (1 P.)

Lösung: „Beschleunigungsgeführter Regler mit PT1 Verhalten“ und „Relativgeschwindigkeitsgeführter Regler“

- c) Vergewissern Sie sich Ihrer Beobachtung mit Hilfe einer mathematischen Herleitung, welche das identische Verhalten bestätigt. Zeichnen Sie dazu zunächst das Blockdiagramm des Relativgeschwindigkeitsgeführten Reglers (4 P.)

Relativgeschwindigkeitsgeführter Regler



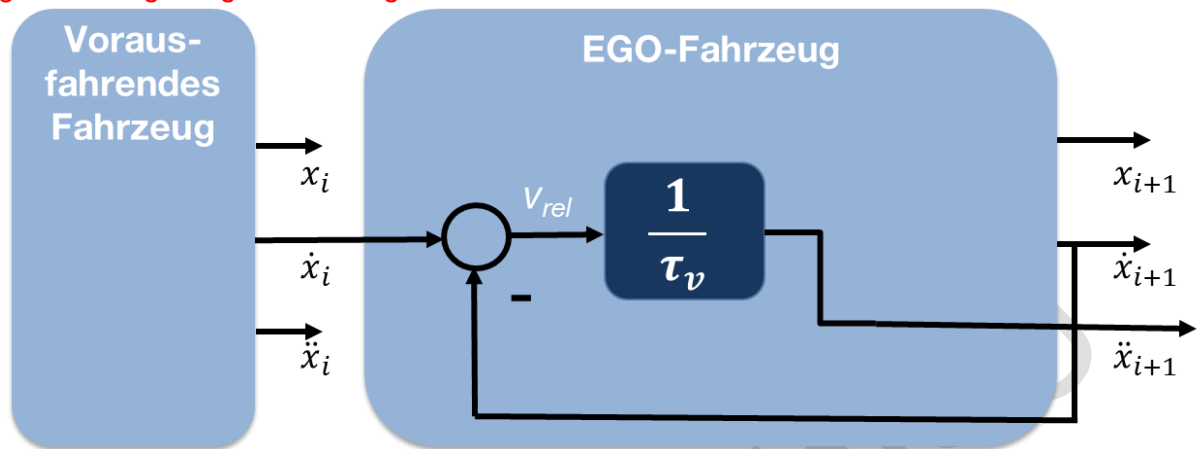
2 P.

Herleitung:	$\ddot{x}_{i+1} = \tau_{set}^{-1} \int (\ddot{x}_i - \ddot{x}_{i+1}) dt = \tau_{set}^{-1} \left(\int \ddot{x}_i dt - \int \ddot{x}_{i+1} dt \right)$ $= \tau_{set}^{-1} (\dot{x}_i - \dot{x}_{i+1})$
--------------------	---

Lösungsvorschlag:

- Ausgangsformel (1 P.)
- Ergebnis (1 P.)

Relativgeschwindigkeitsgeführter Regler:

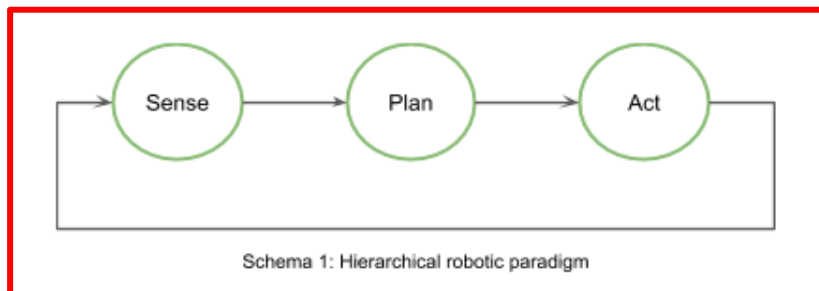


d) Welchen weiteren Regelungsansatz zur Längsregelung haben Sie in der Vorlesung noch kennengelernt? Welchen Vorteil bringt dieser Ansatz? (2 P.)

Lösung: Kaskadenregelung (1 P.). Äußere Kaskade zum Angleichen von Soll- und Ist-Abstand. Diese liefert eine zusätzliche Soll-Relativgeschwindigkeit zum Ausgleich der Abstandsdifferenz. Die Innere Kaskade stellt basierend auf der Soll-Relativgeschwindigkeit und der gemessenen Relativgeschwindigkeit eine Beschleunigungsanforderung a_{soll} an das Fahrzeug. (Regelung von Abstand UND Relativgeschwindigkeit -> 1 P.)

6. Aufgabe: Funktionale Systemarchitektur und Aktorik

- a) Zeichnen Sie das allgemeine Sense-Plan-Act-Funktionsparadigma und beschreiben Sie die Funktion der einzelnen Module (4P).



SENSE: The system needs the ability to sense important things about its environment, like the presence of obstacles or navigation aids. What information does your system need about its surroundings, and how will it gather that information?

PLAN: The system needs to take the sensed data and figure out how to respond appropriately to it, based on a pre-existing strategy. Do you have a strategy? Does your program determine the appropriate response, based on that strategy and the sensed data?

ACT: Finally, the system must actually act to carry out the actions that the plan calls for. Have you built your system so that it can do what it needs to, physically? Does it actually do it when told?

- b) Der Spurhalteassistent ist ein Fahrerassistenzsystem, das den Fahrer eines Fahrzeuges vor dem Verlassen der Fahrspur auf einer Straße warnt. Beschreiben Sie die mögliche Verhaltensgenerierung für Querführung (die Kernschritte der Funktionslogik). (6P)

Funktionslogik	Szenario – „LKS“
Situationsinterpretation	Fahrzeug droht, Fahrbahn zu verlassen
Verhaltensplanung	Planung möglicher Rückführtrajektorien
Verhaltensentscheidung	Auswahl der „besten“ Rückführtrajektorie z.B. aufgrund Kostenfunktion

c) Nennen Sie vier existierende Ansätze für die Trajektorienplanung (2P, je 0.5P):

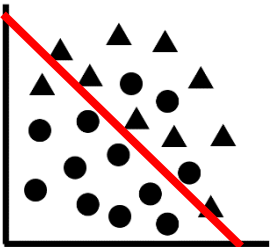
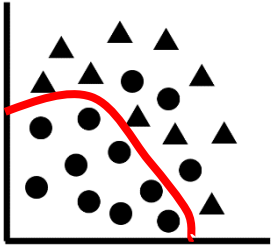
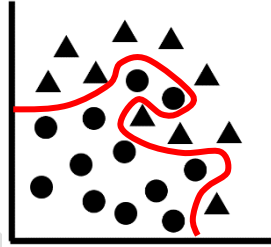
- Regelbasierte Ansätze (primär für einfache FAS)
- Numerische Optimierung
- Graphensuche
- Sampling basierte Ansätze
- Kurveninterpolation

d) Welche 2 alternative Redundanzkonzepte sind bei einer *Steer-by-wire* Realisierung denkbar? (2P)

- Motor mit zwei getrennten Wicklungen
- Torque Vectoring durch Antriebsmotoren eines Elektrofahrzeugs oder Rad-spezifisches Bremsen

7. Aufgabe: Deep Learning

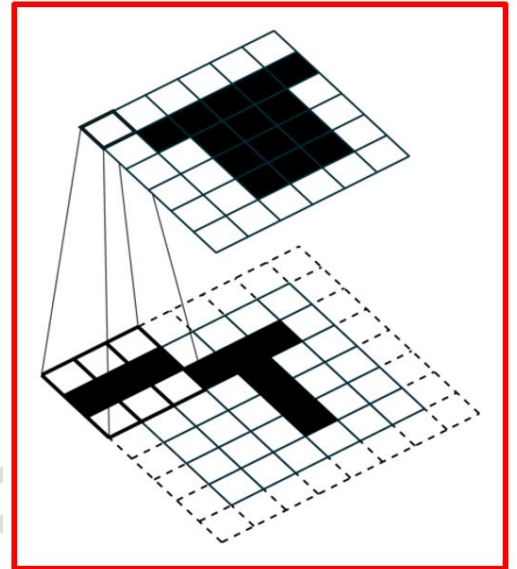
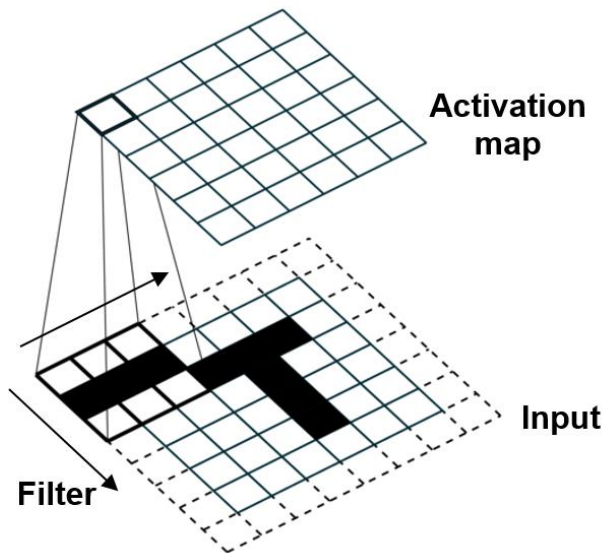
- a) Beim Training des Netzwerkklassifizierers möchten wir ein Modell haben, das die Daten (Kreise und Dreiecke) richtig klassifiziert. Das Modell kann jedoch oft eine schlechte Klassifikationsleistung aufweisen. Schätzen Sie in den folgenden 3 Fällen die Modellleistung und zeichnen Sie eine Linie oder Kurve, die die Daten trennt. Erklären Sie außerdem, warum dies geschieht und wie es die Leistung des Klassifikators beeinflusst. (6P)

		
Under-fitting	Passendes Modell	Over-fitting
<p>Erklärung:</p> <p>The model is unable to capture the relationship between the input and output variables accurately, generating a high error rate on both training set and unseen data.</p>	<p>Erklärung:</p> <p>The model is trained just right. It has a low training error rate, as well as, a low test error rate.</p>	<p>Erklärung:</p> <p>The model is overtrained and contains too much complexity, resulting in high error rates on test data. The generalization is very poor. Happens much more than under-fitting.</p>

- b) Durch die Ausführung von Machine-Learning Algorithmen auf einer GPU statt CPU kann die Lernperformance von Machine-Learning Modellen signifikant verbessert werden. Warum ist das so und welche Vorteile haben GPUs gegenüber CPUs? Nennen Sie vier in der Vorlesung genannte Vorteile. (4P)

- Hohe Berechnungsdichte
- Viele Berechnungen pro Speicheraufruf
- Optimierte für Parallele Rechnungen
- Hohe Latenztoleranz
- Heutzutage günstig

- c) Nehmen wir an, dass das folgende vereinfachte (und verkleinerte) Bild (T-shape) an die Eingangsebene des CNN-Netzwerks mit einem vordefinierten 3x3 Kernel (Stride=1 und zero-padding) gegeben ist. Zeichnen Sie eine qualitative Skizze der resultierenden Activation Map. (5P) (für falsche Kästpunktchen kann man -0.5P pro Fehler geben))



8. Aufgabe: MMI Fahraufgabe und Mensch-Maschine-Schnittstelle

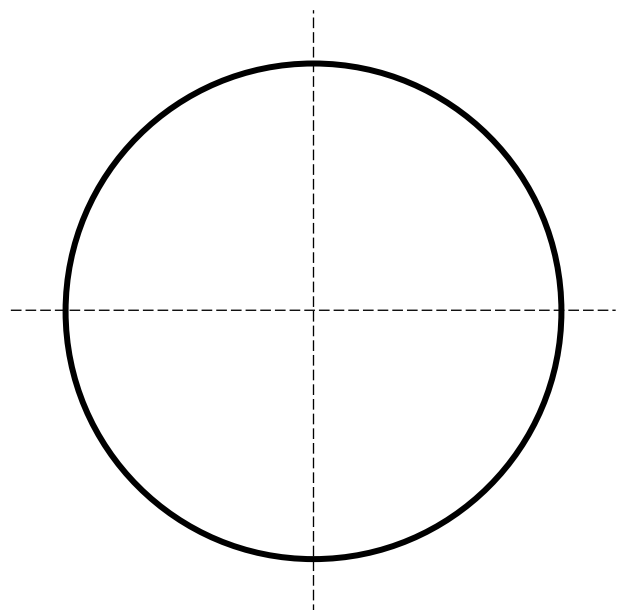
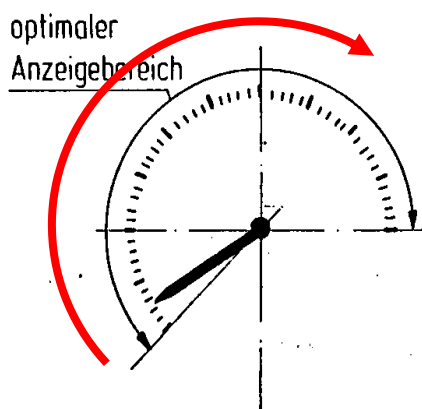
Ergänzen Sie folgende Darstellung zur Unterteilung der Fahraufgabe (4,5 P).

Aufgabenebene	Definition	Beispiele
Primäre Aufgabe	Halten des Fahrzeugs auf Kurs	<ul style="list-style-type: none"> Navigation Führung Stabilisierung
Sekundäre Aufgabe	Tätigkeiten in Abhängigkeit von Fahranforderungen	<ul style="list-style-type: none"> Aktion (Blinken, Hupen) Reaktion (Abblenden, Wischen)
Tertiäre Aufgabe	Tätigkeiten, die nicht mit dem Fahren zu tun haben.	<ul style="list-style-type: none"> Komfort: Klimaanlage, Radio, Sitzeinstellung Kommunikation: Internet, Telefon, Radio, etc.

9. Aufgabe: MMI Kompatibilität

- a) Definieren Sie den Begriff „sekundäre Kompatibilität“ und zeichnen Sie unter Berücksichtigung dessen in untenstehende Vorlage eine kompatible Tankanzeige. Achten Sie dabei auf Eindeutigkeit! (2 P).

Drehsinn und Bewegungsrichtung dürfen nicht im Widerspruch zueinanderstehen.



- b) Entwerfen Sie unter Berücksichtigung der Kompatibilitätskonzepte für die Funktion „Zeitlücke verstellen“ eines Abstandsregeltempomaten (ACC) ein Anzeige-Bedienkonzept. Nutzen Sie den unten dargestellten Bedienhebel mit den eingezeichneten Bedienmöglichkeiten. (4P)

Bedienkonzept:

7:

- Abstand zum Vorfahrenden Fahrzeug erhöhen

8:

- Abstand zum Vorfahrenden Fahrzeug verringern



Anzeige-konzept im Kombi-Instrument:



10. Aufgabe: MMI Folgen durch FAS / Automation

a) Nennen Sie die 3 Ebenen des menschlichen Verhaltens nach Rasmussen. (1,5P)

Wissens-, regel- und fertigkeitsbasiertes Verhalten. (je 0,5P) /
Skills, rules, knowledge based behavior

b) Wie wirkt sich eine zunehmende Automatisierung auf die Fähigkeiten des Menschen aus, ein Fahrzeug manuell zu fahren. Erklären Sie zwei Auswirkungen und beziehen Sie sich dabei auf die oben genannten Ebenen. Nennen Sie jeweils ein Beispiel. (4P)

Verlust von Regelfertigkeiten (auch fertigkeitsbasiertes Verhalten) (2P): durch häufige automatisierte Fahrmanöver verlernt der Fahrer die manuelle Fähigkeit zum Ausführen dieser Tätigkeit (bspw. Parkassistent, Zwischengas, Automatikschaltung, etc.). (je 1P für Zuordnung+Erklärung und Beispiel)

Verlust von wissensbasierten Fähigkeiten (2P): durch eine ausschließliche Nutzung von Navigationssystemen kann ein Fahrer mit der Zeit verlernen sich nur mit Hilfe der Karte in einer fremden Umgebung zurecht zu finden. (je 1P für Zuordnung+Erklärung und Beispiel)

Nicht: verringertes Situationsbewusstsein, Overtrust, etc. (kein Bezug zum SRK)
Nennung ohne Zuordnung zu SRK: 0,5 -1P

c) Erläutern Sie den Begriff Mode Awareness. (2P)

1. Generelles Bewusstsein über Automationsmodi (und deren Konsequenzen)
2. Bewusstsein über momentanen Zustand des Systems

(je 1P)

11. Aufgabe: ASIL Risikomodell und Controllability

Führen Sie im Folgenden die Vorbereitungen für eine ASIL-Bewertung analog dem ADAS Code of Practice anhand der untenstehenden Fehlerbilder für den beschriebenen Autobahnassistenten durch. Beachten Sie dabei die Angaben und bewerten Sie schrittweise zunächst die Unfallschwere und anschließend die Beherrschbarkeit der Fehlerbilder.

Funktionsbeschreibung:

Die zu analysierende Adaptive Cruise Control ist ein kamera- und radargestütztes System, das durch automatische Aktivierung von Gas- und Bremse die Geschwindigkeit des Fahrzeugs auf eine eingestellte Sollgeschwindigkeit innerhalb der Systemgrenzen regelt.

Bei Erkennung eines Vorderfahrzeugs regelt das System einen einstellbaren Abstand zu dem Vorderfahrzeug ein. Das System kann maximal mit $1,3 \text{ m/s}^2$ beschleunigen und Verzögerungen bis zu $3,5 \text{ m/s}^2$ automatisiert durchführen.

Wenn diese Verzögerung nicht reicht, um den gewünschten Abstand zum Vorderfahrzeug einzustellen, erklingt eine deutlich wahrnehmbare akustische Warnung, um den Fahrer zur Übernahme aufzufordern. Eine aktive Querführungsassistentz wird in dieser Aufgabe zu den ASIL-Sicherheitsanforderungen nicht angenommen.

Folgende Fehlerbilder treten auf:

1. **Unerwartete Blockierbremsung:** Das Ego-Fahrzeug nähert sich mit aktiviertem Autobahnassistent in einer leichten Kurve mit 150 km/h einem anderen, mit 70 km/h vorausfahrenden Fahrzeug. Anstatt einer geregelten automatischen Verzögerung mit maximal $3,5 \text{ m/s}^2$ blockieren unerwartet beide Hinterräder. Durch die Blockierbremsung der Hinterräder wird das Ego-Fahrzeug aus dem eigenen Fahrstreifen abgelenkt.
2. **Unerwartete Beschleunigung:** Das Ego-Fahrzeug fährt geregelt in einer Kolonne und beschleunigt für den Fahrer unerwartet mit $1,2 \text{ m/s}^2$. Ohne Eingriff des Fahrers droht innerhalb von 5 Sekunden eine Kollision.

Unfallsschwere (Severity)

	Injury Description	Class
AIS 0	no injuries	S0
AIS 1	light injuries such as skin-deep wounds, muscle pains, whiplash, etc.	S1
AIS 2	moderate injuries such as deep flesh wounds, concussion with up to 15 minutes of unconsciousness, uncomplicated long bone fractures, uncomplicated rib fractures, etc.	S1
AIS 3	severe but not life-threatening injuries such as skull fractures without brain injury, spinal dislocations below the fourth cervical vertebra without damage to the spinal cord, more than one fractured rib without paradoxical breathing, etc.	S2
AIS 4	severe injuries (life-threatening, survival probable) such as concussion with or without skull fractures with up to 12 hours of unconsciousness, paradoxical breathing	S2
AIS 5	critical injuries (life-threatening, survival uncertain) such as spinal fractures below the fourth cervical vertebra with damage to the spinal cord, intestinal tears, cardiac tears, more than 12 hours of unconsciousness including intracranial bleeding	S3
AIS 6	extremely critical or fatal injuries such as fractures of the cervical vertebrae above the third cervical vertebra with damage to the spinal cord, extremely critical open wounds of body cavities (thoracic and abdominal cavities), etc.	S3

- a) Tragen Sie die Severity (S) für die einzelnen Fehlerbilder in der folgenden Tabelle ein: (je 0,5 P. insgesamt 1 P.)

Fehlerbilder	Severity - S (0,5 P. für beide richtigen Antworten)
1. Blockierbremsung	S3
2. Beschleunigung	S0

Beherrschbarkeit bei Fehler (Controllability)

Class	C0	C1	C2	C3
Description (informative)	Controllable in general	Simply controllable	Normally controllable	Difficult to control or uncontrollable
Definition	Distracting	More than 99% of average drivers or other traffic participants are usually able to control the damage.	More than 85% of average drivers or other traffic participants are usually able to control the damage.	The average driver or other traffic participant is usually unable, or barely able to control the damage.

- b) Tragen Sie die Controllability (C) und eine kurze Begründung in maximal zwei Stichworten für die einzelnen Fehlerbilder in der folgenden Tabelle ein: (1 P.)

Fehlerbilder	Controllability - C (0,5 P. für beide richtigen Antworten)	Begründung (0,5 P. für beide richtigen Antworten)
1. Blockierbremsung	C3	Beispiele: - -> schwer kontrollierbar (150 km/h) - Normalfahrer unkontrollierbar
2. Beschleunigung	C1	Beispiele: - Aufmerksamer Fahrer - Reaktionszeit ausreichend (5 s)

Weitere Fragen zum ASIL-Modell und zur Controllability:

- c) Geben Sie die Formel für das Risiko an, die auch im ADAS Code of Practice beschrieben ist:
(2 P. für abhängige Variablen und für korrekte Formel)

$$R = F(f,C,S)$$

- d) Geben Sie zwei Faktoren für das Risiko aus der Gefahren- und Risikoanalyse an:
(je 0,5 P. für ausgeschriebene Namen, gesamt 1 P.)

Auftretensfrequenz des Gefahrenereignisses (f), Beherrschbarkeit (C), mögliche Schadensauswirkung (S)

- e) Nennen Sie zwei Bewertungsmethoden zum Nachweis der Controllability
(2 P.)

Expertengremium (Expert Panel)
Fahrsimulatortest
Fahrtests

- f) Nennen Sie drei Themen, die in der Checkliste B behandelt werden (je 2 P, gesamt 6 P.)

Wahrnehmung durch den Fahrer:

- Vorhersagbarkeit (Tabelle A.2.2)
- Emotion (Tabelle A.2.3)
- Vertrauen (Tabelle A.2.4)
- Wahrnehmbarkeit - Informationstransfer an den Fahrer (Tabelle A.2.5)
- Aufmerksamkeit / Vigilanz (Tabelle A.2.6)
- Arbeitsbelastung / Ermüdung (Tabelle A.2.7)

Handlungsentscheidung des Fahrers:

- Verkehrssicherheit / Risiko (Tabelle A.2.8)
- Verantwortung / Haftung (Tabelle A.2.9)
- Erlernbarkeit (Tabelle A.2.10)
- Verhaltensänderungen (Tabelle A.2.11)
- Verständlichkeit (Tabelle A.2.12)
- Fehlerrobustheit (Tabelle A.2.13)

Ausführung durch den Fahrer:

- Fehlgebrauchspotenzial (Tabelle A.2.14)
- Makroskopische Auswirkungen und Fahreffizienz (Tabelle A.2.15)
- Nutzen / Akzeptanz (Tabelle A.2.16)
- Bedienbarkeit (Tabelle A.2.17)
- Fragen zu Control Issues (Tabelle A.2.18)

g) Nennen Sie fünf allgemeine Anforderungen für die erfolgreiche Durchführung einer Probandenstudie? (5 P.)

- Ethische Anforderungen
- Wahrung aller Sorgfaltspflichten
- Gewährleistung der notwendigen Sicherheitsvorkehrungen für Probanden und Personal
- Wahrung des individuellen Datenschutzes
- Nachträgliche Aufklärung der Probanden
- Nachvollziehbare Dokumentation der Planung, Durchführung, Analyse

12. Aufgabe: Entwicklungsprozess und Funktionale Sicherheit

- a) Im Automotive Bereich spielt die Funktionale Sicherheit, Gebrauchssicherheit und Angriffssicherheit eine große Rolle. Ordnen Sie diesen Begriffen eine Norm zu und beschreiben Sie die Ziele der jeweiligen Begriffe. Nennen Sie ein Beispiel für eine Gefahr, welche durch die entsprechende Norm adressiert wird. (9 P.)

	Funktionale Sicherheit	Gebrauchssicherheit (SOTIF)	Cyber Security
Norm	ISO 26262	ISO/PAS 21448	ISO/SAE 21434 oder SAE J3061
Ziel	Vermeiden von Gefahren welche durch das Versagen von E/E Systemen entstehen.	Vermeiden von Gefahren welche durch bei bestimmungsgemäßen Gebrauch oder zu erwartendem Fehlgebrauch auftreten.	Vermeiden von Gefahren welche durch Cyber Angriffe entstehen.
Beispiel	Ausfall Radar Sensor Fehler im Hydraulikaggregat (ESP)	LiDAR Auflösung nicht ausreichend für Fußgänger Fahrer verletzt Überwachungspflicht	Zugriff auf Aktorik über Fahrzeug WLAN

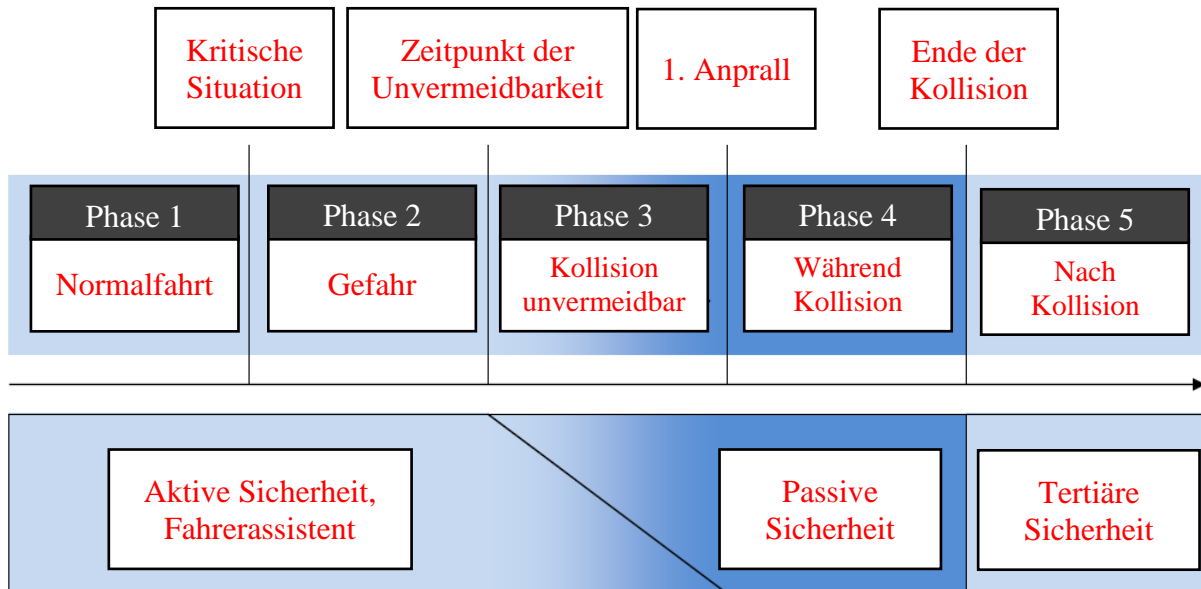
- b) Nennen und erklären Sie kurz zwei anerkannte Risikoreferenzmodelle. (6 P.)

- As low as Reasonably Practicable (ALARP)
 - Vertretbare Risikoreduktionsmaßnahmen müssen ergriffen werden
- Globalement Au Moins Aussi Bon (GAMAB)
 - Mindestens gleiche Sicherheit (wie vergleichbare bestehende Systeme)
- Minimum Endogenous Mortality (MEM)
 - Sterberate durch technische Systeme darf nicht über normaler Sterblichkeitsrate liegen

1 P auf richtige Bezeichnung oder Abkürzung, 2 P auf richtige Erklärung

13. Aufgabe: Analyse und Bewertung

- a) Vervollständigen Sie den Unfallablaufplan nach ACEA um die Situationen (je 0.5 P.), benennen Sie die Phasen (je 0.5 P.) und ergänzen Sie die Sicherheitsarten (je 1 P.). (7.5 P.)



- b) Definieren Sie Unfallart und Unfalltyp (je 1 P.) und geben Sie jeweils vier in der Vorlesung genannte Beispiele (je 0.5 P.). (6 P.)

Typ	Unfallart	Unfalltyp
Definition (je 1 P.)	bezieht sich auf den im Mittelpunkt der jeweiligen Betrachtungen stehenden Kontrahenten. Dies ist in der Regel der von Verletzungen schwerer Betroffene.	beschreibt die unfallauslösende Situation
Beispiele (je 0.5 P.)	<ul style="list-style-type: none"> Nfz-Unfälle Pkw-Unfälle Fahrrad-Unfälle Fußgänger-Unfälle 	<ul style="list-style-type: none"> Fahrerunfall Abbiegeunfall Sachschaden Unfall im Längsverkehr

14. Aufgabe: Aktuelle Systeme

Nennen Sie die vier in der Vorlesung genannten Arten der Einparkassistentz (je 1 P.). Beschreiben Sie den Funktionsumfang bzw. übernommene Anteile der Fahrzeugführung (je 1 P.). (8 P.)

Art der Einparkassistentz (je 1 P.)	Funktionsumfang (je 1 P.)
Informierende Einparkassistentz	Akustische und/oder optische Information des Fahrers über die Abstände hinter und vor dem Fahrzeug
Geführte Einparkassistentz	Bewerten der Umfeldinformationen und Aussprechen von Handlungsempfehlungen
Semiautomatisches Einparken	Übernahme einer Fahrzeugführungskomponente (meist Querführung) durch Assistenzsystem
Vollautomatische Einparksysteme	Übernahme der gesamten Fahrzeugführung durch Assistenzsystem

15. Aufgabe: Aktuelle Systeme

- a) Nennen (je 1 P.) und beschreiben (je 1 P.) Sie die drei in der Vorlesung genannten Grenzen im Kontext des automatisierten Fahrens. (6 P.)

Grenze (je 1 P.)	Beschreibung (je 1 P.)
Unkalkulierbarer Grip	Der Reibwert bestimmt, wie lang Bremswege ausfallen und wie schnell durch Kurven gefahren werden kann. Derzeit existieren jedoch keine Sensoren, die den Reibwert verlässlich vorhersagen können.
Grenzen der Sensorik	Die Reichweite von Radarsensoren ist viel zu gering. Zudem können schon Regentropfen genügen, um sie blind zu machen. Hinzu kommt, dass Kameras bei tief stehender Sonne und Nebel keine Fahrbahnmarkierungen erkennen. → Redundanz bei Sensorik erforderlich
Grenzen der Algorithmik	Komplexe Verkehrsführung, Widersprüchliche Verkehrszeichen, Baustellenbereiche, geänderte Verkehrsführung,

- b) Sie sind Entwicklungsingenieur eines FAS Systems, welches dem Fahrer beim Erreichen von Systemgrenzen 8 Sekunden Übernahmezeit einräumt. Wie viel Meter vor dem Erreichen der Systemgrenze muss das System den Fahrer spätestens zur Übernahme auffordern, um eine Kollision zu vermeiden? Nehmen Sie eine Fahrzeuggeschwindigkeit von 90 km/h, eine Reaktionszeit von einer Sekunde und einen Notbremsweg von 40m an. (4 P.)

$$90 \text{ km/h} = 25 \text{ m/s}$$

$$\text{Formel: } t \cdot v = s \text{ (1 P.)}$$

$$(8 \text{ s} \times 25 \text{ m/s}) + (1 \text{ s} \times 25 \text{ m/s}) + 40 \text{ m} = \mathbf{265 \text{ m}}$$

$$200 \text{ m} + 25 \text{ m} + 40 \text{ m} = \mathbf{265 \text{ m}}$$

(Teilergebnisse und Endergebnis je 1 Punkt)