

1. Aufgabe: Einführung

- a) Nennen Sie die fünf Grade der Automatisierung entsprechend der Definition der BAST in geordneter Reihenfolge (*linke Spalte*). Benennen Sie dabei in kurzen Stichpunkten jeweils einen markanten Unterschied zur vorherigen Stufe (*rechte Spalte*). (8 P.)

Automatisierungsgrad	
①	
②	
③	
④	

Lösungsvorschlag:

- 0,5 P je korrekter Nennung eines Automatisierungsgrades
- 1,5 P für korrekte Reihenfolge (Abzüge, wenn einzelne Nennungen falsch)
- 1 P je korrektem Unterschied

Automatisierungsgrad	
① Nur Fahrer / Manuell	
② Assistiert	System übernimmt Quer- <u>oder</u> Längsführung
③ Teilautomatisiert	System übernimmt Quer- <u>und</u> Längsführung
④ Hochautomatisiert	System überwacht (zeitweise) / Fahrer muss nicht überwachen
⑤ Vollautomatisiert	System als Rückfallebene / Fahrer muss nicht übernahmefähig sein

- b) Ordnen Sie die Systeme „Einparkassistent“ und „Tesla Autopilot“ den Automatisierungsgraden aus a) zu (entspr. Zahl angeben) und begründen Sie ihre Entscheidung kurz. (3 P.)

System	Zuordnung	Begründung
Einparkassistent		
Tesla Autopilot		

Lösungsvorschlag:






System	Zuordnung	Begründung
Einparkassistent	①/② (je nach Begründung)	Möglichkeiten: <ul style="list-style-type: none"> Einparkassistent übernimmt nur Querführung, Mensch übernimmt Längsführung → ① Einparkassistent übernimmt Längs- und Querführung, Mensch überwacht → ②
Tesla Autopilot	②	Fahrzeug übernimmt Längs- und Querführung, Mensch überwacht → ②

- 0,5 P je korrekter Zuordnung
- 1 P je korrekter Begründung

- c) Beschreiben Sie den Unterschied zwischen Fahrzeugassistentz und Fahrerassistentz. Nennen Sie dazu jeweils zwei zentrale Motivationspunkte. (4 P.)

Fahrzeugassistentz	Fahrerassistentz
<ul style="list-style-type: none"> ▪ ▪ 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ▪

Lösungsvorschlag:

Fahrzeugassistentz	Fahrerassistenz
<ul style="list-style-type: none"> - Stabilisierung - Vorhersehbarkeit - Verbesserung Fahrempfinden <div data-bbox="312 477 485 611"> <p>Fahrspaß</p>  </div> <div data-bbox="210 622 392 757"> <p>Fahrsicherheit</p>  </div> <div data-bbox="405 622 587 757"> <p>Fahrkomfort</p>  </div> <p>➔ Stichpunkte und Blöcke können gewertet werden</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Lenkung - Fahrpedal - Bremspedal - Entlastung des Fahrers (Warnung, Eingreifen) <div data-bbox="810 521 979 757"> <p>Sicherheit</p>  </div> <div data-bbox="992 521 1171 757"> <p>Komfort</p>  </div> <p>➔ Blöcke werden gewertet (nicht die oberen 3 Stichpunkte)</p>

1 P je Stichpunkt (max. 2 P pro Zelle)

2. Aufgabe: Sensorik I

- a) In Fahrerassistenzsystemen und beim automatisierten Fahren kommen passive und aktive Sensoren zum Einsatz. Erläutern Sie kurz den Unterschied zwischen diesen beiden Prinzipien. Ordnen Sie anschließend die vier untenstehenden Sensortypen den genannten Kategorien zu. (4 P.)

Unterschied aktiv / passiv		
Aktive Sensoren senden im Unterschied zu passiven Sensoren modulierte Strahlung aus. (2 P.). Wenn „moduliert“ fehlt nur 1 P.		
Sensor	aktiv	passiv
Kamera	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
RADAR	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ultraschall	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LIDAR	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- b) Bewerten Sie in der untenstehenden Tabelle die Eigenschaften der Sensortypen. Vergeben Sie die Plätze 1 bis 3. Dabei steht Platz 1 für den besten Sensor bezüglich der bewerteten Eigenschaft. (3 P.)

	Mehrebenen LIDAR	Kamera	Ultraschall
Objektklassifikation	2	1	3
Objekthöhe	1	2	3
Preis	3	2	1

- c) Ultraschallsensoren machen vom Time-of-Flight-Prinzip Gebrauch. Erläutern Sie dieses kurz und geben Sie die zugrundeliegende Formel mit Benennung der benötigten mathematischen Größen an. (3 P.)

Erläuterung:

Aussenden eines Signals. Empfang des vom Objekt reflektierten Signals. Messung der Laufzeit. Bestimmung der Distanz mit Ausbreitungsgeschwindigkeit. (1 P.)

Formel: (1 P.)

$$d = \frac{1}{2} c t_{ToF}$$

Größen: (1 P.)

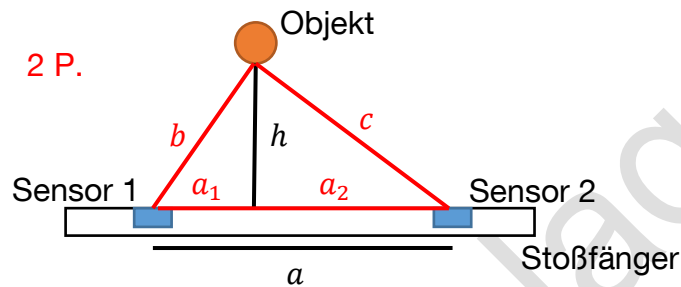
Ausbreitungsgeschwindigkeit (Schall)

$$c = 340 \frac{m}{s}$$

Laufzeit des Signals t_{ToF}

- d) Mit zwei Ultraschallsensoren lässt sich durch Triangulation nicht nur der Abstand zu einem Objekt, sondern auch dessen Position schätzen. Vervollständigen Sie untenstehende Skizze und leiten Sie die Formel für den kürzesten Abstand h bei bekanntem Abstand a der Sensoren her. (8 P.)

Tipp: $x^2 - y^2 = (x + y)(x - y)$



Herleitung:

$$I) a_1^2 + h^2 = c^2$$

$$II) a_2^2 + h^2 = b^2$$

$$III) a_1 + a_2 = a$$

2 P.

$$I) - II) a_1^2 - a_2^2 = c^2 - b^2$$

$$\text{mit Tipp: } (a_1 + a_2)(a_1 - a_2) = c^2 - b^2$$

1 P.

$$\text{mit III) } a(a_1 - a_2) = c^2 - b^2$$

$$a(a_1 - (a - a_1)) = c^2 - b^2$$

1 P.

$$a_1^2 = \frac{(c^2 - b^2 - a^2)^2}{2a^2}$$

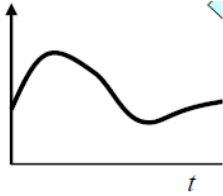
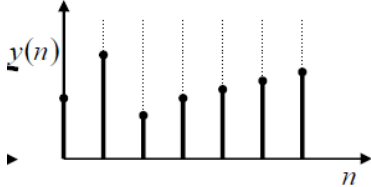
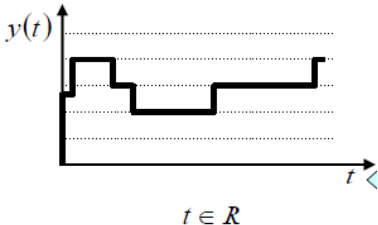
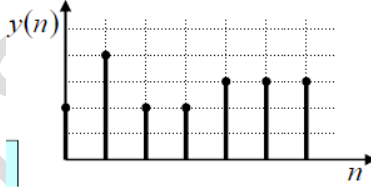
$$c^2 - h^2 = \frac{(c^2 - b^2 - a^2)^2}{2a^2}$$

$$h = \sqrt{c^2 - \frac{(c^2 - b^2 - a^2)^2}{4a^2}}$$

2 P.

3. Aufgabe: Sensorik II

- a) Die Kamera ist ein passiver Sensor, der variable Helligkeitswerte von einer Szene digitalisiert. Skizzieren Sie Verläufe für die einzelnen Ausprägungen (kontinuierlich / diskret) aus der Kombination zwischen Helligkeitswert und Zeit. Beschriften Sie dabei mindestens eine Achse je Kombination. (6 P.)

Wert	kontinuierlich		
	diskret		
		kontinuierlich	diskret
		Zeit	

- b) Welche Ausprägung (kontinuierlich / diskret) tritt in der Realität bei der Zeit, dem Ort und dem Helligkeitswert auf und welche nachdem die Kamera die Umgebung erfasst hat? Durch welche Eigenschaften der Kamerafunktionsweise wird die jeweilige Ausprägung von Zeit, Ort und Wert erreicht? (5 P.)

Ausprägungen in Realität:	zeit-, ort- und wertkontinuierlich
Ausprägungen nach Kameraaufnahme:	zeit-, ort- und wertdiskret
Eigenschaft Zeit:	zeitdiskret durch Abfolge von Bildern (Frequenz)
Eigenschaft Ort:	ordiskret durch einzelne Pixel
Eigenschaft Wert:	wertdiskret durch Helligkeitsstufen

- c) Nennen Sie den Operator der zweiten Ableitung zur Detektion von Kanten in einem Bild. Geben Sie dessen Filtermaske an. (2 P.)

Operator:

Laplace-Operator

Filtermaske:

0	1	0
1	-4	1
0	1	0

4. Aufgabe: Sensorik III

- a) Zukünftige Fahrzeuge werden mit Car-to-X Modulen ausgestattet. Erläutere kurz das Konzept von Car-to-X und nenne 2 Vorteile die dadurch entstehen. (4 P.)

Car-to-X: Kommunikation zwischen Fahrzeugen und Kommunikation zwischen Fahrzeugen und Infrastruktur. (2 P.)

Vorteile: Vergrößerter Wahrnehmungsbereich/Öffnungswinkel (erweiterte Sensorik), größere Reichweite, keine Abdeckung durch andere Fahrzeuge oder Gebäude, verbesserte Sicherheit durch mehr Wissen, verbesserte Effizienz durch Informationen über kommenden Streckenabschnitt bspw. Ampelanlagen die rot und grün Phasen kommunizieren, ... (2 P.)

- b) Kollektive Perzeption ist ein Konzept, um ein gemeinsames Umfeldmodell aufzubauen. Dafür werden Informationen über C2X ausgetauscht und anschließend fusioniert. Welche Daten übertragen werden, hängt von der gewählten Fusionsebene ab. Gib für zwei Fusionsebenen an welche Daten über C2X übertragen werden müssen und nenne Vor-/Nachteile beider Ansätze. (6 P.)

Fusion auf Signalebene: (3 P.)

- Übertragen von Sensortracks
- Relativ rohe Sensordaten enthalten viele Informationen aber können sehr groß sein, bspw. LIDAR-Punktwolken

Fusion auf Merkmalebene: (3 P.)

- Übertragen von Objektlisten (Objektlisten entstehen aus der Verarbeitung von (fusionierten) Sensortracks)
- Objektlisten sind deutlich kleiner als die rohen Sensordaten, jedoch kann es bei der Erstellung zu Informationsverlust kommen.

Andere Vor-/Nachteile sind auch möglich.

- c) Nenne zwei in der Vorlesung besprochene Tracking-Methoden. Beschreibe kurz die Grundschrirte von einer der Methoden. (4 P.)

Partikelfilter und Kalman Filter (1 P.)

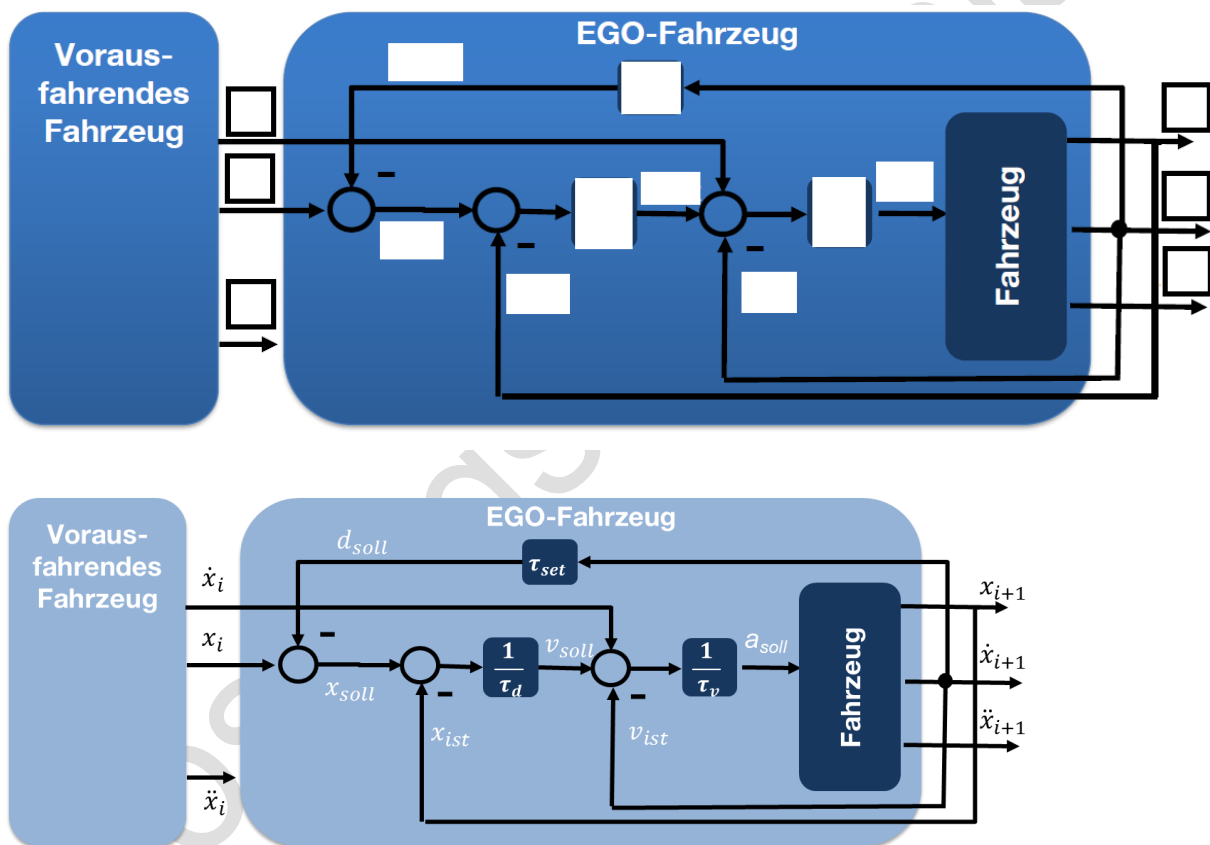
Kalman Filter Grundprinzip: (3 P.)

- Prädiktion: Anhand des Bewegungsmodells wird prädiziert wo sich das Fahrzeug zum Zeitpunkt der nächsten Messung befinden wird.
- Assoziation: Die prädizierte Position wird mit der tatsächlichen Messung verglichen.
- Innovation: Je nach Vertrauen in die Messung wird die prädizierte Position angepasst.

5. Aufgabe: Funktionslogik Regelung

Sie sind nach dem Studium in einem Start-Up gelandet, welches innovative Fahrzeuge für eine ausgewählte Zielgruppe produziert. Gerade stehen Sie vor der Entscheidung ob Sie ein ACC-System kaufen sollen oder dieses selbst entwickeln. Um ihren Chef zu beeindrucken wollen Sie ein einfaches ACC im Prototypen integrieren.

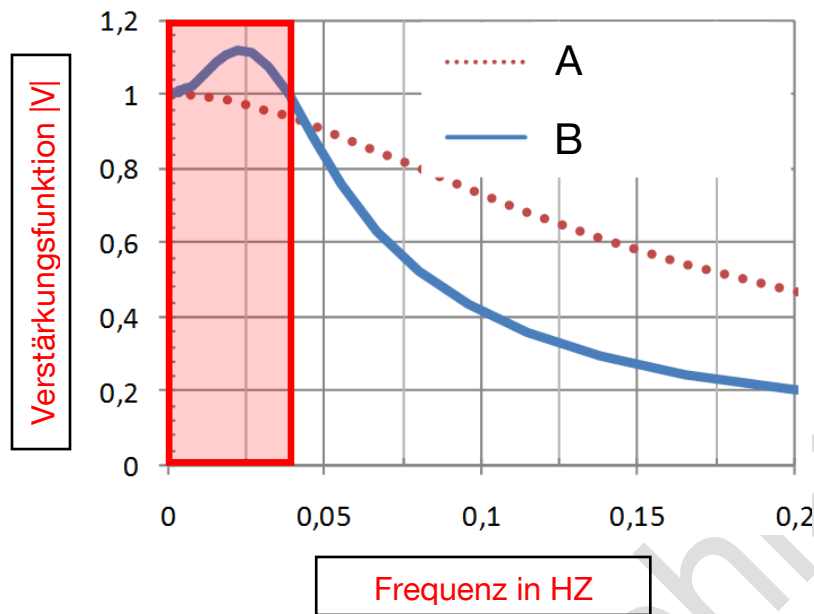
- a) Sie erinnern sich an das Blockschaltbild für eine Kaskadenregelung aus der Vorlesung. Nachdem Sie endlich die richtige Seite im Skript gefunden haben, stellen Sie fest, dass der Großteil wegen Kaffeeleckten nicht mehr erkennbar ist. Vervollständigen Sie das gegebene Blockschaltbild (Skizze) um die fehlenden Bereiche. (7,5 P.)



Quelle: Winner, TUD

Lösung

- b) Sie haben die obige Kaskadenregelung in einer einfachen Simulationsumgebung getestet und die Parameter τ_v und τ_d optimiert. Bisher haben Sie nur ein Zielfahrzeug und ein Folgefahrzeug betrachtet. Im Folgenden wollen Sie mehrere ACC-Fahrzeuge hintereinander simulieren. Ein Kollege gab Ihnen den Hinweis die Kolonnenverstärkung genauer zu betrachten. Ergänzen Sie die Achsenbeschriftung inkl. Einheit in folgendem Diagramm (2 P.)



- c) Entscheiden Sie sich für Parameter A oder Parameter B? Begründen Sie ihre Entscheidung und Kennzeichnen Sie den kritischen Bereich im Diagramm aus Aufgabe b). (3,5 P.)

Entscheidung Parameter: A (0,5P)

Begründung: B führt zu instabilem Verhalten. (1 P) Kolonnenverstärkung zwischen 0Hz und 0,04Hz größer als 1 -> Aufschwingendes Verhalten. (Begründung + Kennzeichnung in Diagramm 2P)

- d) Um das Zielobjekt, welches in Ihrer Regelung berücksichtigt werden soll, zu ermitteln, benötigen Sie zunächst den Kurs Ihres eigenen Fahrzeugs. Welche Möglichkeiten gibt es die Krümmung der aktuellen Trajektorie anhand von Fahrdynamiksensoren zu bestimmen? Bitte nennen Sie drei Möglichkeiten sowie jeweils **eine** Schwäche (3 P.)

Lösungsvorschlag:

- Lenkradwinkel (Seitenwind, Straßenneigung)
- Gierrate (Offsetdrift)
- Querbefleunigung (Offsetdrift, Empfindlichkeit große v)
- Differenz Radgeschwindigkeiten (Empfindlichkeit kleine/große v , Radradius Toleranz)

6. Aufgabe: Funktionale Systemarchitektur

- a) Die Situationserfassung und -interpretation ist eine wesentliche Komponente innerhalb der funktionalen Systemarchitektur eines Fahrerassistenzsystems. Nennen Sie sechs in der Vorlesung genannte Situationsaspekte, die bei der Entwicklung eines Stauassistenten berücksichtigt werden müssen. (6 P.)

■

■

■

■

■

■

Lösungsvorschlag:
(1 Punkt je Beispiel)

Beispiel Stauassistent

- Relevante Situationsaspekte, die berücksichtigt werden müssen:
 - Art der Stausituation (stehend oder bewegt)
 - Fahrstreifen-Objektzuordnung
 - Einscherersituation vor Ego-Fahrzeug
 - Einfädelsituation
 - Fahrstreifenende
 - Kolonne vor Ego-Fahrzeug
 - Kolonne oder Randbebauung links oder rechts
 - ...

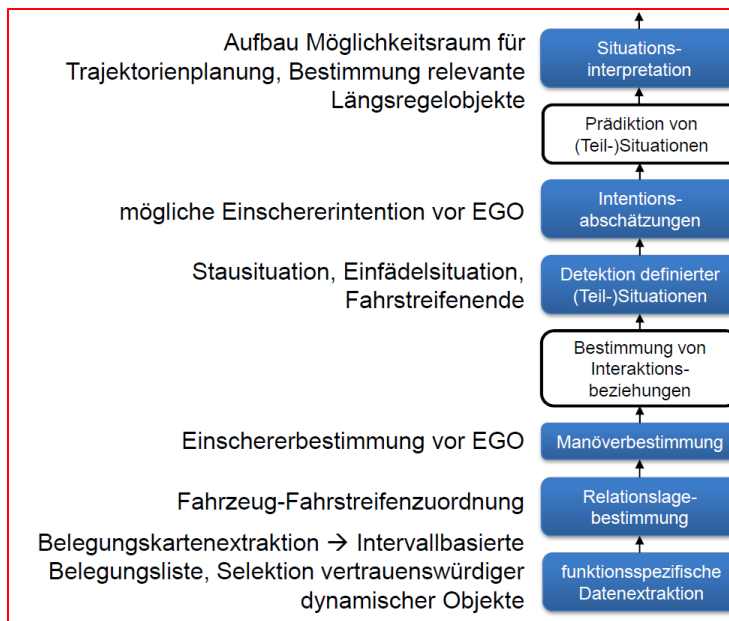


Bildquelle: Auto.de

- b) Um zu einem Ergebnis bei der Situationsinterpretation zu gelangen werden verschiedene Schritte innerhalb einer Situationsanalyse durchlaufen. Erläutern Sie die unten dargestellten Schritte am Beispiel des Stauassistenten. (9 P.)



Lösungsvorschlag:
1,5 P. je Korrekter Erläuterung (s. Folie 34)



7. Aufgabe: Deep Learning - Grundlagen

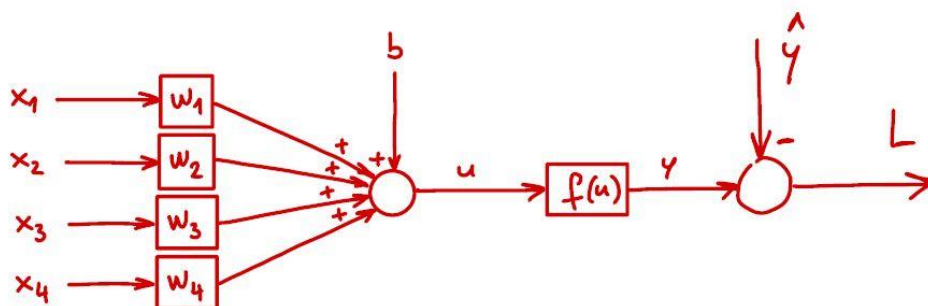
Sie haben einen dreidimensionalen Eingang $x_i = (x_1, x_2, x_3, x_4)$ fully-connected zu 1 Neuron mit Aktivierungsfunktion, $f(u)$. Die Vorwärtsausbreitung (Forward-propagation) kann wie folgt beschrieben werden:

$$u = \left(\sum_{k=1}^4 w_k x_k \right) + b$$

$$y = f(u)$$

$$L = (y - \hat{y})^2$$

- a) Zeichnen Sie die grundlegende Struktur des Perceptron (als Forward-Pass) und benennen Sie alle Variablen. (2P)



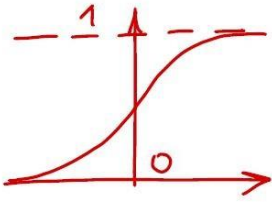
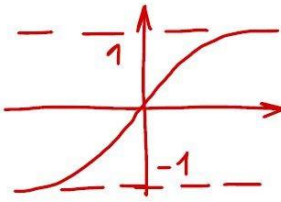
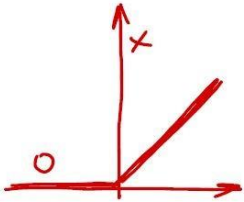
- ½ Punkt für richtige Anzahl Eingänge
- ½ Punkt für Gewichte plus Bias
- ½ Punkt für $u \rightarrow f(u) \rightarrow y$
- ½ Punkt für Loss Berechnung

- b) Gegeben ist: Eingabe $x = (3, 1, 2, 1)$, Gewichte $w = (0.2, -0.3, 0, 0.7)$, Bias $b = 0.1$, gewünschte Ausgabe $\hat{y} = 0.3$. Berechnen Sie u (1P):

$$\begin{aligned} u &= w_1 x_1 + w_2 x_2 + w_3 x_3 + w_4 x_4 + b \\ &= 0.2 \cdot 3 - 0.3 \cdot 1 + 0 \cdot 2 + 0.7 \cdot 1 + 0.1 = \underline{\underline{1.1}} \end{aligned}$$

- 1 Punkt für richtiges Ergebnis
- ½ Punkt für Rechenweg falls Ergebnis falsch

- c) Zeichnen Sie die folgenden Aktivierungsfunktionen, f_i und schreiben Sie die jeweilige Definition (als Gleichung). Berechnen Sie die Ausgabe y und den Trainingsfehler L für alle drei Aktivierungsfunktionen (6P).

	Sigmoid	TanH	ReLU
Skizze			
Definition	$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$	$f(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}$	$f(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0 \\ x, & x > 0 \end{cases}$
$y = f(u)$	0.75	0.80	1.1
$L = (y - \hat{y})^2$	0.20	0.25	0.64

½ Punkt für jede richtige Zelle

(1/2) Punkt für y und L Berechnung, falls mit falschem Wert aus b) weitergerechnet wurde

8. Aufgabe: Deep Learning – Convolution

Sie haben eine Kamera an Ihrem Auto montiert und einen Datensatz mit 1000 Bildern gesammelt. Jetzt möchten Sie diesen Datensatz verwenden, um einen Klassifikator zu trainieren, der Autos im Umgebungsverkehr erkennt. Schließlich haben Sie sich entschieden, dass die Auflösung der RGB-Bilder $[128 \times 128 \times 3]$ px sein wird.

- a) Berechnen Sie wie viele Gewichte n_w jedes Neuron in der resultierenden Aktivierungsmappe (Conv Layer) haben wird, wenn der Filter eine Größe von $[7 \times 7]$ px hat (1 P.).

$$n_w = 7 \times 7 \times 3 + 1 = 147 + 1$$

GEWICHTE BIAS

147 is correct answer. Bias is here just for the sake of completion.

- b) Um die Anzahl der Parameter und die Komplexität zu reduzieren, fügen Sie die MaxPool $[2 \times 2]$ hinzu (Stride=2). Berechnen Sie die Ausgabematrix (2P):

Eingabematrix

1	1	2	4
5	6	7	8
3	2	1	0
1	2	3	4

Ausgabematrix

6	8
3	4

- c) Nach dem Training haben Sie bemerkt, dass Ihr Klassifikator in der Nacht nicht gut funktioniert. Was ist eine mögliche Ursache und wie würden Sie das Problem lösen (1 P.)?

DER DATENSATZ ENTHÄLT NICHT GENÜGENDE BILDER, DIE IN DER NACHT AUFGENOMMEN WURDEN. MEHR BILDER IN DER NACHT AUFNEHMEN.

- d) Sie haben festgestellt, dass die Leistung des Klassifikators verbesserungswürdig ist. Ihr Auto befindet sich jedoch in der Reparatur und Sie können die neuen Datensatzbilder nicht aufzeichnen. Gibt es eine Möglichkeit, Ihren Datensatz zu vergrößern, ohne neue Bilder aufzunehmen? Nennen Sie die mindestens 2 Operationen (2 P., je 1 P.).

BILDMANIPULATION: ZUSCHNEIDEN, SPIEGELN, DREHEN, usw.

9. Aufgabe: Fahraufgabe und Mensch-Maschine-Schnittstelle

- a) Erläutern Sie die Begriffe „Bottom Up“ und „Top Down“ vor dem Hintergrund des SEEV-Models. (2P)

Bottom-up: System triggert Aufmerksamkeit des Nutzers durch Anzeige/Warnton -> Hinwendungsreaktion wird ausgeführt, d.h. Aufmerksamkeit wird fertigkeitsbasiert gelenkt (1P)

Top-down: Nutzer erwartet ein Ereignis -> Nutzer lenkt Aufmerksamkeit bewusst und aktiv in bestimmte Richtung (z.B. neue Verkehrssituation) (1P)

- b) Nennen Sie zwei Gestaltungsziele bei der Entwicklung von Bedienelementen. (1P)

- Schnell,
- Sicher,
- Intuitiv,
- präzise Bedienung,
- kompatibel mit der entsprechenden Funktion bzw. Parametern,
- Optimale Erreichbarkeit

(je 0,5P, maximal 1,5P).

- c) Erläutern Sie den Begriff „nutzbares Sehfeld“. (2P)

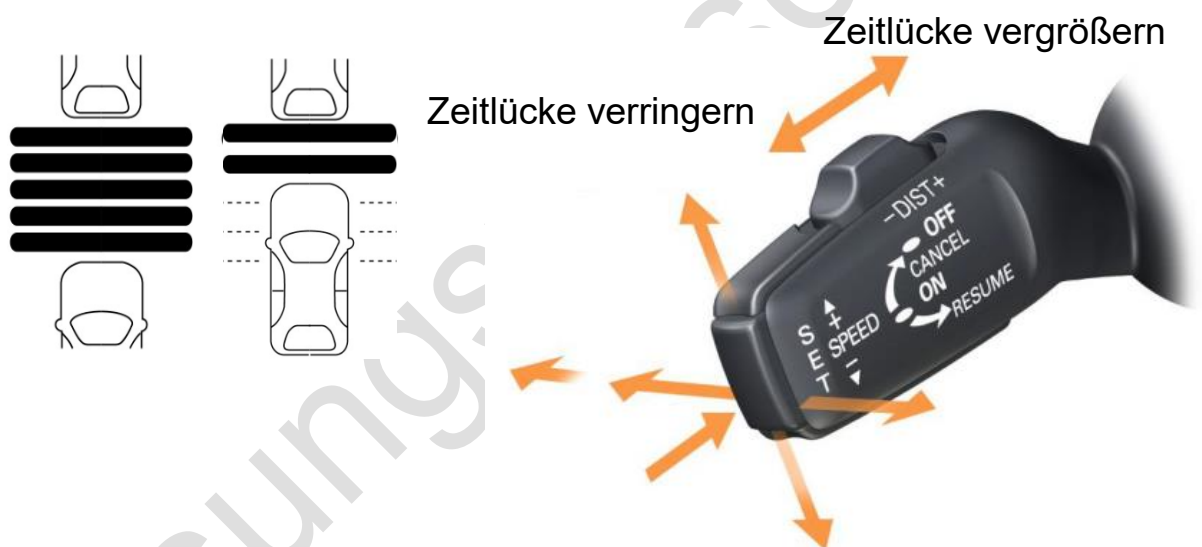
- visueller Ausschnitt, aus dem ohne Augen- oder Kopfbewegung Informationen aufgenommen werden können (Ball et al., 1998)
- UFOV < Blickfeld
- UFOV: 1°– 15° (abhängig von der visuellen Zieldichte)
- im Alter verkleinertes UFOV

10. Aufgabe: Kompatibilität

a) Definieren Sie den Begriff „sekundäre Kompatibilität“ (1P).

Drehsinn und Bewegungsrichtung dürfen nicht im Widerspruch zueinander stehen.

b) Die Längsführung kann bei einem Autobahnassistenten entweder durch eine Trajektorienplanung oder mit Hilfe eines Abstandregeltempomaten (ACC) realisiert werden. Die ausgewählte Zeitlücke wird im Kombidisplay dargestellt und kann am ACC-Hebel wie dargestellt verringert oder vergrößert werden. Bewerten Sie die Umsetzung der Teilfunktion „Zeitlücke verstellen“ des dargestellten ACC-Bedienelements und die zugehörige Anzeige nach dem Kriterium der primären Kompatibilität. (3P)



1. Primäre innere Kompatibilität: rechts, mehr

- Zeitlücke wird nach rechts vergrößert und nach links verringert -> primäre innere Kompatibilität gegeben

2. Primäre äußere Kompatibilität:

- Fahrzeuge von oben dargestellt, Verstellung der Zeitlücke jedoch seitlich -> Verletzung der äußeren Kompatibilität
ODER
- Verstellung der Zeitlücke seitlich: Bewegungsrichtung stimmt nicht mit der Realität überein -> Verletzung der äußeren Kompatibilität
ODER
- Fahrzeuge von oben dargestellt, entspricht nicht der Perspektive des Fahrers -> Verletzung der äußeren Kompatibilität

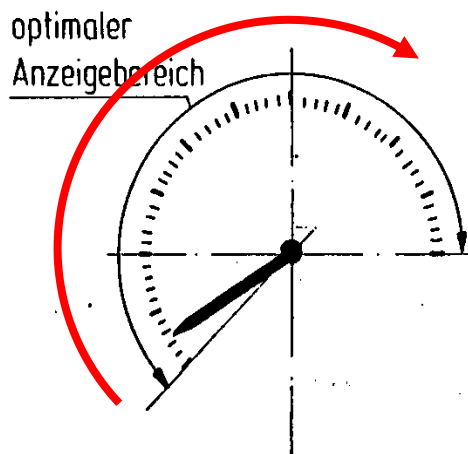
1P für korrekte Beurteilung, 1P für Begründung, je 0,5P für Nennung innere/äußere Kompatibilität

- c) Beurteilen Sie den dargestellten Drehzahlmesser nach dem Kriterium der sekundären Kompatibilität. (2P)



Lösung:

- Drehzahlmesser verletzt den optimalen Anzeigebereich (1P).
- Drehzahlmesser verletzt sekundäre Kompatibilität (Drehsinn), da Zunahme gegen Uhrzeigersinn, wodurch Drehsinn und Bewegungsrichtung im Widerspruch zueinander stehen (1 Punkt).



11. Aufgabe: Folgen durch Fahrerassistenzsysteme/Automation

a) Erläutern Sie anhand des Drei-Ebenen-Modells, welche Folgen Fahrerassistenzsysteme und Automation für Nutzer haben können. (4P)

- **Verlust von Regelfertigkeiten**

Durch häufige Automatisierte Fahrmanöver verlernt der Fahrer die manuelle Fähigkeit zum Ausführen dieser Tätigkeit (bspw. Parkassistent).

- **Verlust von wissensbasierten Fähigkeiten**

Durch eine ausschließliche Nutzung von Navigationssystemen kann einer Fahrer mit der Zeit verlernen sich nur mit Hilfe einer Karte in einer fremden Umgebung zurecht zu finden.

(zwei Auswirkungen nennen und erläutern, je 1P für Nennung und Erläuterung)

b) Nennen Sie den Fachbegriff für das Vorhandensein von generellem Bewusstsein über Automationsstufen und den momentanen Zustand eines Systems. (1P)

Mode Awareness (1P)

c) Erklären Sie, was unter ersetzender Assistenz verstanden wird und nennen Sie zwei Auswirkungen auf den Fahrer. (2P)

Ersetzende Assistenz übernimmt im Gegensatz zur warnenden Assistenz einen Teil der Fahraufgabe vom Fahrer, z.B. ACC (Längsführung).

Wirkung von ersetzender Assistenz

- Reduktion der Aufmerksamkeit, Rückzug aus der unterstützten Fahraufgabe
 - keine Kompensation in anderen Aufgabenbereichen
 - Übergang ins Überwachen: Zentrierung der Aufmerksamkeit auf wenige cues, die zum Überwachen des Systems notwendig sind (Positiv, wenn die Gefahr aus diesen Cues kommt)
 - Neigung zur Beschäftigung mit Nebenaufgaben
 - Verringerter Situationsbewusstsein für nicht überwachungsrelevante Reize
 - Konservatismus, Vermeiden der Systemabschaltung
-

1P für Erläuterung, je 0,5P pro Beispiel (max. 1P)

12. Aufgabe: ASIL Modell 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 $1,0 \text{ m/s}^2$ beschleunigen und Verzögerungen bis zu 3 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 Querführungsassistenz wird in dieser Aufgabe nicht zu den ASIL-Sicherheitsanforderungen angenommen.

Folgende Fehlerbilder treten auf:

1. **Unerwartete Blockierbremsung:** Das Ego-Fahrzeug nähert sich mit aktiviertem Autobahnassistent in einer leichten Kurve mit 200 km/h einem anderen, mit 90 km/h vorausfahrenden Fahrzeug. Anstatt einer geregelten automatischen Verzögerung mit maximal 4 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 $1,0 \text{ m/s}^2$. Ohne Eingriff des Fahrers droht innerhalb von 6 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: (insgesamt 0,5 P)

Fehlerbilder	Severity - S (0,5 P. insgesamt für Antwort 1 und 2)
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 (200 km/h) - Normalfahrer unkontrollierbar
2. Beschleunigung	C1	Beispiele: - Aufmerksamer Fahrer - Reaktionszeit ausreichend (6 s)

Weitere Fragen zum ASIL-Modell und zur Controllability:

- c.) Nehmen Sie im Folgenden eine Wahrscheinlichkeit (Exposure) von E3 an. Ermitteln Sie aus der Severity, Exposure und Controllability in untenstehender Matrix, welche Maßnahmen für das jeweilige Fehlerbild anzusetzen sind und kreisen Sie die drei Ursprungsparameter und ihr Ergebnis in der Tabelle unten ein. Überprüfen Sie auf Plausibilität der Ergebnisse. Zum Ausschließen von Folgefehlern besteht die Möglichkeit neue Werte zu verwenden (1,5 P. - davon 0,5 für richtiges Einkreisen in der Tabelle, 1 P für richtige Antwort)

		C1	C2	C3	Anm: Lösung
S1	E1	QM	QM	QM	
	E2	QM	QM	QM	
	E3	QM	QM	A	
	E4	QM	A	B	
S2	E1	QM	QM	QM	
	E2	QM	QM	A	
	E3	QM	A	B	
	E4	A	B	C	
S3	E1	QM	QM	A	
	E2	QM	A	B	
	E3	A	B	C	Anm: Lösung
	E4	B	C	D	

Zur Erläuterung:

Quality Management (QM): Keine Anforderungen zur Erfüllung der ISO 26262.

ASIL-A niedrige Sicherheitsanforderungen bis ASIL-D sehr hohe Sicherheitsanforderungen.

Fehlerbilder	ASIL (1 P.)
1. Blockierbremsung	ASIL C

- d.) Wie definiert der ADAS Code of Practice die „Controllability“
(2 P.)

Controllability: **likelihood that the driver can cope with driving situations** including ADAS-assisted driving, system limits and system failures
Beherrschbarkeit: **die Wahrscheinlichkeit, dass der Fahrer mit den Fahrsituationen zurechtkommt**, einschließlich des ADAS unterstützten Fahrens, dem Verhalten an den Systemgrenzen und dem Systemversagen

- e.) Die Checkliste B des ADAS Code of Practice schlägt eine Vorgehensweise vor, um die Systemspezifikation bezüglich der Controllability des Systems zu evaluieren. Welchen vier Entwicklungsphasen sind die Tabellen in Checkliste B zugeordnet? (2 P., je 0,5 P)

- Definition Phase (Definitionsphase)
- Concept Competition Phase / Best Concept Selection (Konzeptauswahl)
- Proof of Concept (Konzeptbestätigung)
- Sign off (Freigabe, Absicherung)

- f.) Nennen Sie 5 Einflussfaktoren im Hinblick auf den dynamischen Fahrstatus
(je 1 P für richtige Antwort, gesamt 5 P.)

Geschwindigkeit
Seitliche Geschwindigkeit
Längs- und Querbefleunigung
Gierate
Laterale Ablage relativ zu Fahrstreifen und anderen Objekten
Motordrehzahl
gewählter Gang
...

- g.) Produktinformationen sind Informationen über das System in allen verfügbaren Medien. Unter anderem sind dies die Produktwerbung, die direkte Information des Handels (Verkaufsgespräche etc.), aber auch die Bedienungsanleitungen. Welche Inhalte werden zur korrekten Systembedienung empfohlen? (5 P, je 1 P für richtige Antwort)

Ziel des Systems
Funktionsbeschreibung
Systembedienung
Funktionsgrenzen
Situative Grenzen
Sicherheitsinformationen
Warnungen vor vorhersehbarem Fehlgebrauch
notwendige Wartungsmaßnahmen

Hinweise, wenn besondere Fähigkeiten für den Systemgebrauch gefordert werden

...

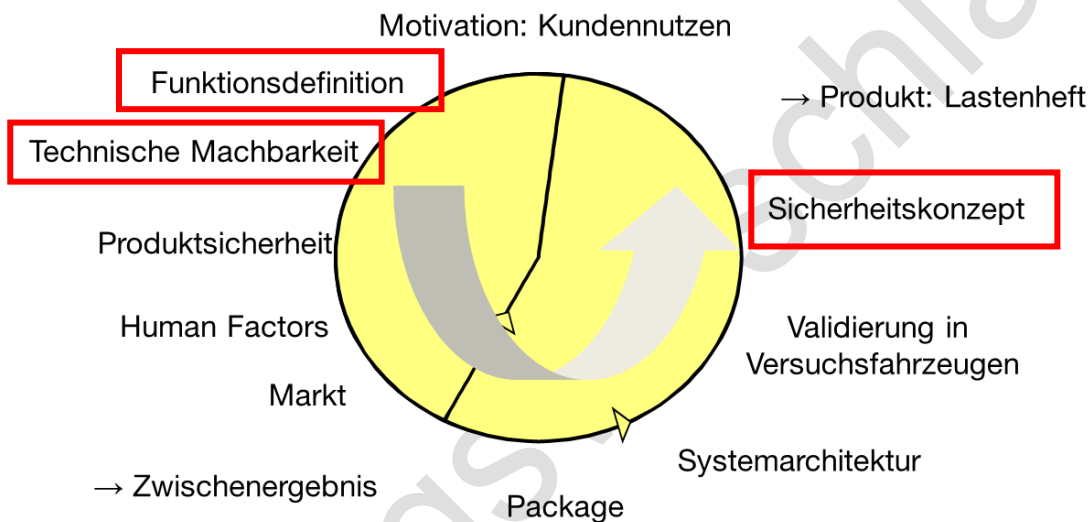
Lösungsvorschlag

13. Aufgabe: Entwicklung

In der Vorlesung wurde die von Prof. Maurer (TUBS) entwickelte Methode für den systematischen Entwurf von Fahrerassistenzsystemen vorgestellt. Im Folgenden soll ein Konzept für einen Level 3 Autobahnassistenten entwickelt werden. Im Rahmen dessen werden exemplarisch drei Teilschritte des Entwicklungsprozesses durchlaufen.

- a.) Im Folgenden werden die Teilschritte „*Funktionsdefinition*“, „*Technische Machbarkeit*“ und „*Sicherheitskonzept*“ des Entwicklungsprozesses betrachtet. Skizzieren Sie das Vorgehensmodell von Maurer und beschriften Sie die drei genannten Teilschritte in dieser Struktur. (4 P.)

Lösungsvorschlag:



- 1 P für korrekte Skizze der Struktur (mit zwei Iterationsschleifen)
- Je 1 P für korrekte Position der Teilschritte (max. Abweichung +/- 15°)

Der zu entwickelnde Autobahnassistent soll folgende Eigenschaften erfüllen:

- Vollautonome Fahrt auf bestimmten Autobahnen bis 60 km/h, ohne Überwachung
- Übernahmeaufforderung via HMI, wenn Rahmenbedingungen verletzt

- b.) Nennen Sie drei signifikante funktionale Anforderungen, die sich an das System stellen? (3 P.)

Lösungsvorschlag:

- Erkennt Umgebung (Steckenbegrenzung / Lokalisierung / ...)
- Berücksichtigt andere Fahrzeuge
- Übernimmt Längs- und Querführung
- Erkennt Verletzung der Rahmenbedingungen und übergibt an Fahrer

- Je 1 P für passende Anforderung (eig. direkt aus Eigenschaften ablesbar)
 - Je ½ P für passende Anforderung ohne Bezug zu den Eigenschaften
- c.) Beschreiben Sie stichpunktartig jeweils eine zentrale Aufgabe im Bereich Sensorik und Aktorik, die vom System erfüllt werden muss. Geben Sie dazu je ein Beispiel für eine geeignete Hardwarekomponente. (3 P.)

Lösungsvorschlag:

- Sensorik: LIDAR / RADAR: Erkennung des Umfelds
- Aktorik: Lenkaktor: Einstellen eines Lenkwinkels
- Je 0,5 P für passende Hardwarekomponente
- Je 1 P für passende Beschreibung

- d.) Erläutern Sie kurz die Sicherheitsklassen „Gebrauchssicherheit“ und „funktionale Sicherheit“. Gehen Sie dabei auf die Ziele der beiden Kategorien im Bereich Fahrerassistenz ein. (6 P)

Lösungsvorschlag:

Gebrauchssicherheit

- Ist das Gerät in der Lage, bei korrekter Funktion alle seine Anwendungsfälle sicher zu erfüllen? (1P)
- Ziel:
 - Gefährdung durch unzureichende Spezifikation aufzeigen (1P)
 - zu erwartenden Fehlgebrauch aufzeigen (1P)

Funktionale Sicherheit

- potenzielle Fehlfunktionen des Gerätes in unterschiedlichen Situationen (1P)
- Ziel:
 - Gefährdung durch mögliche Fehlfunktionen aufzeigen und klassifizieren (1P)
 - Reduktion von Gefahren durch E/E-Fehler (1P)

14. Aufgabe: Analyse und Bewertung FAS

a) Bei der Datenerhebung wird in drei Erhebungsarten unterschieden. Erläutern Sie die unten dargestellten Erhebungsarten kurz. (3 P.)

▪ **Unmittelbare Primärerhebungen (UP):**

Lösung:

Datenerhebungen direkt nach dem Unfall direkt am Unfallort,
Unfallerehebungen am Unfallort

▪ **Retrospektive Primärerhebungen (RP):**

Lösung:

Datenerhebungen andernorts und später, aber direkt am Unfallgut (z.B. an den Verletzten in Kliniken oder an den Unfallfahrzeugen auf dem Schrottplatz)

▪ **Retrospektive Sekundärerhebungen (RS):**

Lösung:

Nutzung des Datenmaterials, das von anderer Seite in Primärerhebungen bereits erhoben wurde

Nach der Markteinführung eines neuen Fahrerassistenzsystems wollen Sie den Odds Ratio und den Nutzen des Fahrerassistenzsystems bei Vollkasko Kollisionen überprüfen. Hierzu liegen Ihnen folgende Unfallzahlen vor:

	Alle Unfälle ohne NBA	Alle Unfälle mit NBA	Relevante Unfälle ohne NBA	Relevante Unfälle mit NBA
Vollkasko-Kollisionen	520	380	23	8

b) Berechnen Sie Odds Ratio und Nutzen. Geben Sie zusätzlich die dafür nötige Formel an. (4 P.)

OR =

Nutzen =

Lösung:

$$OR = \frac{\frac{\text{Relevante Unfälle}_{\text{mit FAS}}}{\text{Alle Unfälle}_{\text{mit FAS}}}}{\frac{\text{Relevante Unfälle}_{\text{ohne FAS}}}{\text{Alle Unfälle}_{\text{ohne FAS}}}}$$

$$\text{Nutzen}_{\text{FAS}} = 1 - OR$$

OR = 0,476

Nutzen = 0,524

1P Formel 1P Ergebnis

c) Wie wird im Rahmen der prospektiven Bewertungsmethodik das Wirkungsfeld und der Wirkungsgrad eines Fahrerassistenzsystems beschrieben (2 P.)

- **Wirkungsfeld =**

- **Wirkungsgrad =**

Lösung:

Analyse mit Wirkungsfeld und Wirkungsgrad

Prospektive Bewertungsmethodik

- „Das Wirkungsfeld eines Sicherheitssystems beschreibt dabei alle Situationen, in denen das System gemäß seiner Systemidee wirken kann.“

Generische Betrachtung eines FAS:

$$\text{Wirkungsfeld} = \frac{\text{Unfälle mit möglicher Systemwirkung}}{\text{alle Unfälle}}$$


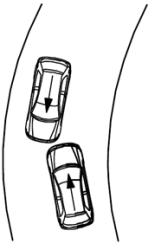




- Real kann ein FAS nicht jeden Unfall vermeiden:

$$\text{Wirkungsgrad} = \frac{\text{vermiedene Unfälle}}{\text{Unfälle mit möglicher Systemwirkung}}$$

- d) In der Unfallforschung gibt es verschiedene Arten- und Typen-Bezeichnungen innerhalb welcher Unfälle genauer klassifiziert werden. Dies ermöglicht bspw. ein gezieltes Durchsuchen von Datenbanken. Nennen Sie vier verschiedene Arten- oder Typen-Bezeichnungen, mit einer kurzen Erklärung des Bezuges und einem Beispiel. (6 P.)

Bezeichnung	Bezug	Beispiel

Lösung: (je 1,5P)

Bezeichnung	Unfallart	Unfalltyp	Kollisionsart	Kollisions- typ	Aufprallart	Aufpralltyp
Bezug	Betrachteter oder am schwersten betroffener Kontrahent	Art der Konflikt-auslösung (Einteilung der Polizei)	Betroffene Kollisions-kontrahenten	Geometrische Konstellation der Kollision	Ort der Beschädigung bzw. Krafteinwirkung am betrachteten Fahrzeug	Detailliertes Beschädigungs-muster am betrachteten Fahrzeug
Beispiel	 Fußgänger-unfall oder Pkw-Unfall	 Fahrerunfall oder Unfall im Längsverkehr	 Lkw-Pkw-Kollision	 Schräge Frontalkolli-sion <45° mit voller Überde-ckung f. den Pkw u. Offset für den Lkw	 Seitenaufprall	 11FYMW3 30% (VDI) oder BG3 (GDV)

15. Aufgabe: Aktuelle Systeme

- a) Die Wahrscheinlichkeit eines Unfalls sowie die Folgen für Passagiere lässt sich durch „Forward Vehicle Collision“ Systeme reduzieren. Nennen Sie für jede der genannten Eskalationsstufen eines solchen Systems für die Längsführung zwei in der Vorlesung genannte mögliche Maßnahmen (je 0.5 P.). (4 P.)

Eskalationsstufe	Mögliche Maßnahmen
Konditionierung	<ul style="list-style-type: none">- Prefill- Vorkonditionierung der Airbags- Dämpferverstellung
Warnung	<ul style="list-style-type: none">- Optische / akustische Warnung- Warngurtruck- Warnbremsruck
Teilbremsung	<ul style="list-style-type: none">- Automatische kurzzeitige Bremsengriffe- Gurtstraffer- Schließen von Fenstern und Schiebedach
Vollbremsung	<ul style="list-style-type: none">- Zielbremsung (Verstärkung des Bremsdrucks)- Automatische Notbremsung zur Unfallverhinderung

- b) Um das Unfallrisiko bei Dunkelheit zu verkleinern, sind moderne Fahrzeuge mit sogenannten Night-Vision-Systemen ausgestattet. Erläutern Sie die Funktionsweise von Nahinfrarot- und Ferninfrarot-Systemen (je 2 P.) und zeigen Sie dabei den prinzipiellen Unterschied zwischen den beiden Systemen auf (1 P.) (gesamt 5 P.)

Nahinfrarot: Ein IR-Scheinwerfer leuchtet die Umgebung weiträumig aus (für Menschen nicht sichtbar) und eine IR empfindliche Kamera nimmt Bilder auf.

Ferninfrarot: Abstrahlende Wärme von Objekten wird von Wärmebildkamera aufgenommen und ausgewertet.

Unterschied: Nahinfrarot besteht aus „Licht“-Quelle und Kamera, wohingegen Ferninfrarot nur aus einer Kamera besteht.