

Prüfung - "Fahrerassistenzsysteme im Kraftfahrzeug" 25.02.2020

Bearbeitungszeit: 90 Minuten

Die Prüfung besteht aus 14 Aufgaben auf 28 Blättern

Hilfsmittel: keine Unterlagen,
nur einfacher, nichtprogrammierbarer Taschenrechner,
nichtelektronisches Wörterbuch (wird während der Prüfung überprüft)

**Bitte verwenden Sie ausschließlich DOKUMENTENSICHERE Schreibgeräte und
NICHT die Farbe ROT.
Der Rechenweg ist anzugeben und wird mitbewertet.**

Name	Vorname	Matrikelnummer

Aufgabe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Punkte												
Punkte (maximal)	16	19	18	15	14	15	14	6	5	7	18	15
Aufgabe	13	14								Summe		
Punkte												
Punkte (maximal)	15,5	10								187,5		

Hiermit bestätige ich, dass ich vor Prüfungsbeginn darüber in Kenntnis gesetzt wurde, dass ich im Falle einer plötzlich während der Prüfung auftretenden Erkrankung das Aufsichtspersonal umgehend informieren muss. Dies wird im Prüfungsprotokoll vermerkt. Danach muss unverzüglich ein Rücktritt von der Prüfung beim zuständigen Prüfungsausschuss beantragt werden. Ein vertrauensärztliches Attest - ausgestellt am Prüfungstag - kann gegebenenfalls innerhalb der nächsten Tage nachgereicht werden. Wird die Prüfung hingegen in Kenntnis der gesundheitlichen Beeinträchtigung dennoch regulär beendet, kann im Nachhinein kein Prüfungsrücktritt aufgrund von Krankheit beantragt werden.

Studiengang: _____

Garching, den

(Unterschrift)

1. Aufgabe: Einführung	a: /6	b: /5	c: /5	/ 16
-------------------------------	-------	-------	-------	-------------

- a) Vergleichen Sie die Informationsverarbeitung des Menschen bei der Fahrzeugführung mit der eines technischen Systems. Nennen Sie dazu jeweils drei Vorteile. (6 P.)

Informationsverarbeitung bei der Fahrzeugführung durch...	Vorteile
Mensch	+
	+
	+
System	+
	+
	+

- b) Beschreiben Sie zunächst das Level 2 nach BAST. Erläutern Sie anschließend kurz, unter Einbeziehung der Ergebnisse von Aufgabe a), weshalb ein Level 2 System die Sicherheit und den Komfort im Straßenverkehr deutlich erhöhen kann. (5 P.)

- c) Beschreiben Sie zunächst das Level 4 nach BAST. Erläutern Sie anschließend kurz, unter Einbeziehung der Ergebnisse von Aufgabe a), weshalb ein Level 4 Fahrzeug aktuell noch Probleme hat, dasselbe Leistungsniveau wie ein handgeführtes Fahrzeug bereitzustellen. (5 P.)

2. Aufgabe: Sensorik I	a: /6	b: /3	c: /10	/ 19
-------------------------------	-------	-------	--------	-------------

- a) Fahrstreifenmarkierungen können sowohl mittels Kamera als auch LIDAR detektiert werden. Beschreiben Sie kurz, wie die Detektion bei beiden Herangehensweisen funktioniert und begründen Sie, welche in der Praxis häufiger eingesetzt wird. (jeweils 2 P.)

Kamera:
LIDAR:
Einsatz in Praxis:

- b) Bei RADAR Sensoren wird die ausgesendete Strahlung moduliert. Nennen Sie die drei Grundarten der Modulation. (3 P.)

1)	
2)	
3)	

- c) Sie bekommen Messdaten von einer Testfahrt auf einer Autobahn. Diese enthalten Dopplerfrequenzen f_{Doppler} eines Radarsensors zu verschiedenen Objekten mit einer Auflösung von 20 Hz. Die Messdaten enthalten Dopplerfrequenzen f_{Doppler} im Bereich von -14,2 kHz bis 17,0 kHz. Zusätzlich haben Sie Zugriff auf die Geschwindigkeit des Ego-Fahrzeugs v_{ego} . Daraus können Sie entnehmen, dass das Ego-Fahrzeug mit einer konstanten Geschwindigkeit von $v_{\text{ego}} = 100 \text{ km/h}$ gefahren ist. Sie wissen allerdings nicht, welche Frequenz f_0 der bei den Messungen verwendete RADAR besitzt. Verwenden Sie zwei gängige Frequenzen f_0 von Radarsensoren und berechnen Sie für die minimal und maximal aufgetretene Dopplerfrequenz f_{Doppler} die Objektgeschwindigkeit v_{obj} . Schließen Sie auf Basis der Ergebnisse auf die korrekte Frequenz f_0 des verwendeten Radarsensors. (10 P.)

Annahmen: Die Relativgeschwindigkeit v_{rel} zwischen dem Ego-Fahrzeug und einem Objekt ist negativ, wenn sich der Abstand zwischen Ego-Fahrzeug und Objekt verringert.

Formel zur Berechnung der Dopplerfrequenz:

Formelmäßiger Zusammenhang zwischen v_{rel} , v_{obj} und v_{ego}

Formel zur Berechnung der Objektgeschwindigkeit:

Mögliche Frequenz des Radarsensors 1:

Relativgeschwindigkeit für minimale und maximale Dopplerfrequenz:

Min:

Max:

Mögliche Frequenz des Radarsensors 2:

Relativgeschwindigkeit für minimale und maximale Dopplerfrequenz:

Min:

Max:

Frequenz des verwendeten Radarsensors mit Begründung:

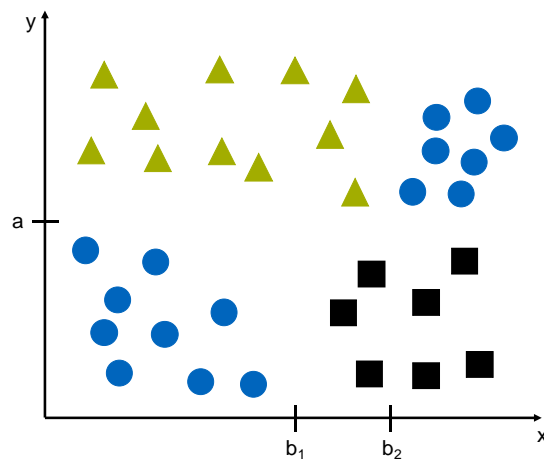
3. Aufgabe: Sensorik II	a: /9	b: /3	c: /6	/ 18
--------------------------------	-------	-------	-------	-------------

- a) Erklären Sie kurz das Time-of-Flight-Prinzip inklusive der für die Berechnung notwendigen Formel. Berechnen Sie anschließend sowohl für einen Ultraschallsensor als auch für einen LIDAR, wie lange die Time-of-Flight bei maximaler Reichweite des Sensors ist. Verwenden Sie für die maximale Reichweite einen für den Sensortyp repräsentativen Wert. Welche Auswirkung haben die Ergebnisse auf die Anforderungen an die Messtechnik zur Messung der Time-of-Flight? (9 P.)

Formel	Erklärung
Ultraschall	
Reichweite:	
Berechnung:	
LIDAR	
Reichweite:	
Berechnung:	
Anforderung an die Messtechnik	

- b) Erläutern Sie den Unterschied zwischen Clustering und Klassifikation. (3 P.)

- c) Gegeben sei folgende Verteilung von exemplarischen Messdaten mit den dazugehörigen Klassen:



Erstellen Sie einen Entscheidungsbaum zur Unterscheidung der drei beteiligten Klassen (● ▲ ■) (6 P.)

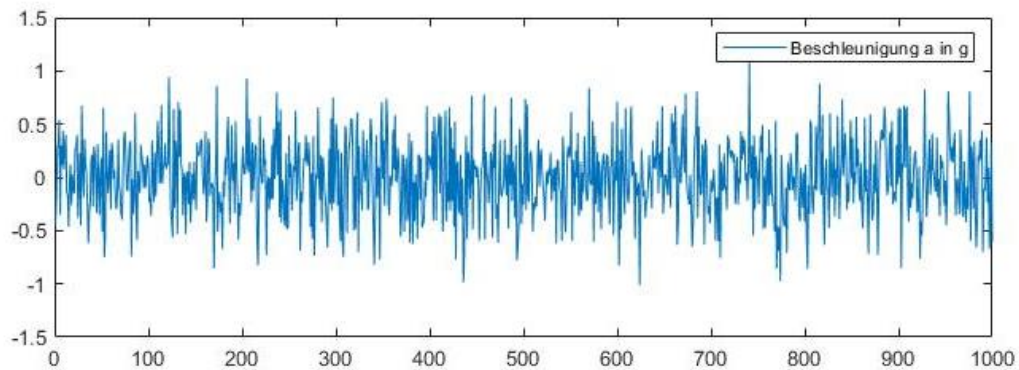
4. Aufgabe: Sensor Fusion	a:	b:	c:	d:	e:	f:	
	/2	/2	/3	/3	/3	/2	/15

Sie entscheiden sich mit einem Freund dazu, eine autonome Rennserie mit RC-Autos (kleine ferngesteuerte Modelle) aufzubauen.

- a) Aus der FAS-Vorlesung wissen Sie, dass eine Eigenbewegungsschätzung notwendig ist. Nennen Sie 2 Beispiele, wo im Fahrzeug diese allgemein benötigt wird. (2 P.)

- b) Sie entscheiden sich, nur den Beschleunigungssensor Ihres Handys zu nutzen, um die Position x , die Geschwindigkeit v und die Beschleunigung a zu bestimmen. Ihr Freund möchte diese Werte über sein Handy GPS ermitteln. Wie ist es möglich, mit einem Sensor, der nur einen der Werte messen kann, auch die anderen zu bestimmen? Benennen und beschreiben (high-level) Sie das in der Vorlesung vorgestellte Konzept. (2 P.)

- c) Sie haben Ihr Handy auf dem RC-Fahrzeug montiert und die Daten des Beschleunigungssensors visualisiert. Während das Fahrzeug (und damit auch das Handy) vollkommen still stehen, werden folgende Beschleunigungen gemessen:



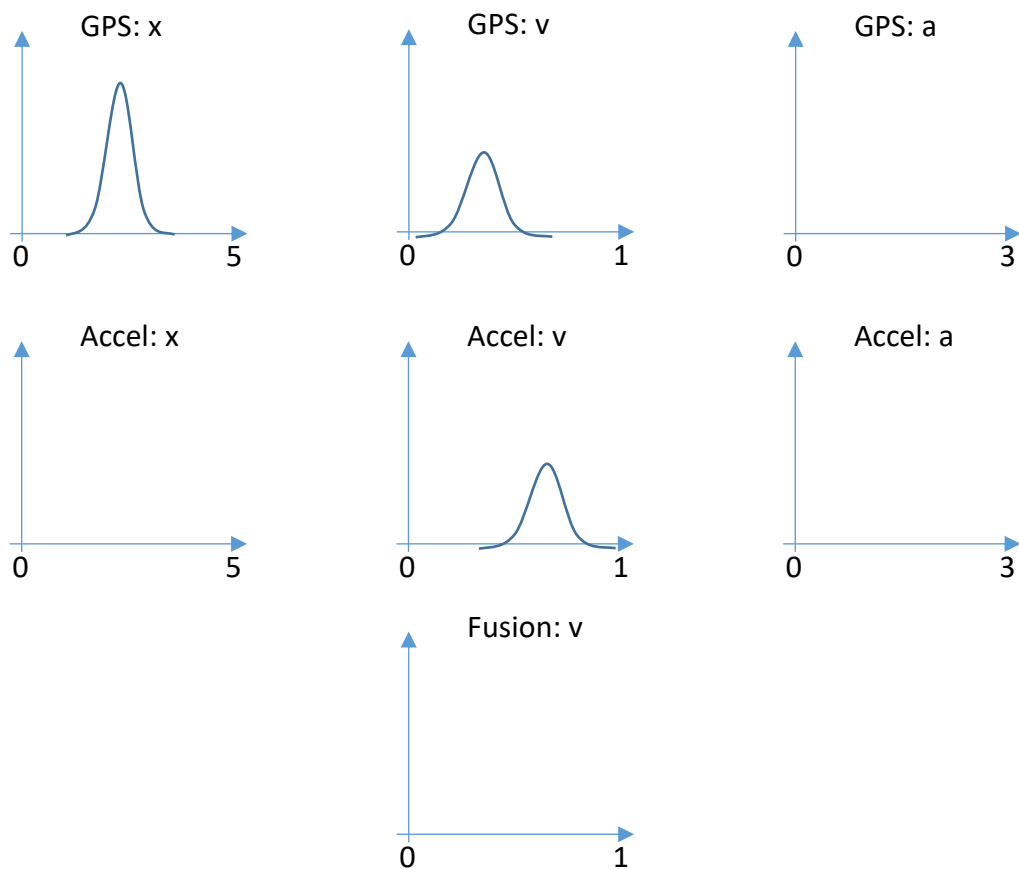
Der Shapiro-Wilk-Test bestätigt Ihre Vermutung, dass die Daten normalverteilt sind. Zeichnen Sie eine passende Verteilungskurve (Achsen beschriften) und schätzen Sie den Mittelwert μ und die Standardabweichung σ ab. (3 P.)

$$\mu = \quad \sigma =$$

- d) Ihr Kollege zeigt Ihnen, wie gut seine GPS Lokalisierung läuft. Skizzieren Sie die Funktionsweise von GPS (reduziert auf 2D) und nennen Sie die vier Unbekannten, die durch die Verwendung von GPS bestimmt werden können. (3 P.)

- e) Sie starten Ihr erstes autonomes Rennen, doch wegen des fehlenden Umfeldmodells fährt Ihr Auto vor die Wand und erleidet einen irreparablen Schaden am Fahrgestell. Sie entscheiden sich dafür, nun beide Handys auf einem Auto anzubringen und die Sensordaten zu fusionieren.

Die folgenden Plots zeigen die Genauigkeit der Position x , der Geschwindigkeit v und der Beschleunigung a in einem Zeitschritt k für nur GPS und nur Beschleunigungssensor (Accel). Skizzieren Sie die fehlenden Gaußglocken. Skizzieren Sie außerdem die Gaußglocke für die fusionierte Geschwindigkeit von GPS und Accel. (3 P.)



- f) Nun da Sie eine funktionierende Eigenbewegungsschätzung implementiert haben, möchten Sie mit der Umfeldwahrnehmung beginnen. Beschreiben Sie ein Setup mit den zwei Handys, welches eine Umfeldwahrnehmung ermöglicht und eine Sensorfusion beinhaltet. Was kann damit wahrgenommen werden und was wird erst durch die Sensorfusion ermöglicht? (2 P.)

5. Aufgabe: Funktionslogik	a: /6	b: /4	c: /4	/ 14
-----------------------------------	-------	-------	-------	-------------

- a.) Sie sollen auf einem ACC Steuergerät die Zielobjektauswahl implementieren. Dazu müssen Sie zunächst die Krümmung der aktuell durchfahrenen Trajektorie des EGO-Fahrzeugs bestimmen. Aus der Vorlesung sind Ihnen vier verschiedene Ansätze zur Krümmungsberechnung bekannt. Nennen Sie diese (ohne Gleichung) sowie jeweils eine Stärke und eine Schwäche. (6 P.)

Ansatz:	Stärke:	Schwäche:

- b.) Nennen Sie zwei Arbeitshypothesen welche zusätzlich getroffen werden, um den zukünftigen Kurs zu präzisieren. Nennen Sie zusätzlich jeweils eine Situation in der diese Arbeitshypothese nicht zutreffend ist. (4 P.)

Arbeitshypothese:	Nicht zutreffend bei:

- c.) Sie sind mit dem bisherigen Ergebnis Ihrer Zielobjektauswahl noch nicht zufrieden. Sie entscheiden sich deshalb, sowohl die Kursprädiktion als auch die Zuordnung von Fahrzeugen zum prädizierten Kurs zu optimieren. Nennen Sie jeweils zwei Maßnahmen zur Optimierung (4 P.)

	Maßnahmen zur Optimierung
Kursprädiktion	<ul style="list-style-type: none"> • •
Zuordnung zum Fahrkorridor	<ul style="list-style-type: none"> • •

6. Aufgabe: Funktionale Systemarchitektur	a: /4	b: /3	c: /4	d: /4	/ 15
--	-------	-------	-------	-------	-------------

- a) Tragen Sie die drei Kernschritte der Funktionslogik einer automatisierten Fahraufgabe in logischer Reihenfolge in die erste Spalte der untenstehenden Tabelle ein (je Schritt eine Zelle). (4 P.)
- b) Beschreiben Sie jeweils mögliche Ausprägungen / Resultate der Funktionslogik-Schritte für das Szenario „Autonomes Fahrzeug muss in einen sicheren Zustand überführt werden, weil ein Fehler im System festgestellt wurde“. (3 P.)

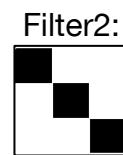
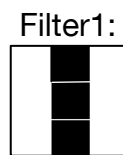
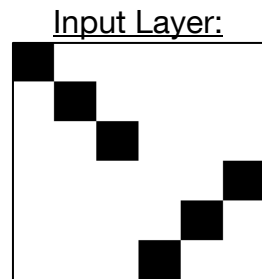
Funktionslogik	Szenario „Autonomes Fahrzeug“

c) Im Rahmen der Vorlesung wurden zwei Klassen der Entscheidungsverfahren vorgestellt. Nennen Sie die beiden Klassen und geben Sie jeweils ein Beispiel. (4 P.)

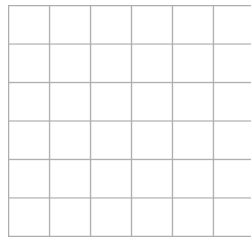
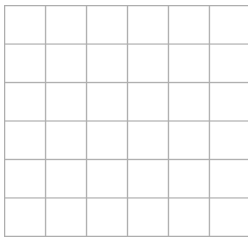
d) Um den softwaregestützten Aktor-Eingriff zu ermöglichen, sind verschiedene Lenkkonzepte möglich. Der Einsatz redundanter Systeme sichert dabei den Ausfall elektrischer Komponenten ab. Nennen Sie vier mögliche Redundanzkonzepte für eine elektrisch ansteuerbare Lenkung. (4 P.)

7. Aufgabe: Deep Learning	a: /6	b: /2	c: /4	d: /2	/ 14
----------------------------------	-------	-------	-------	-------	-------------

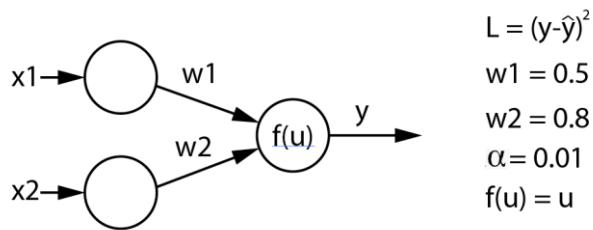
- a) Gegeben ist ein Input Layer und zwei Filter eines Convolutional Layer. Zeichnen Sie qualitativ die dazugehörigen Activation Maps. (6 P.)



Lösungsbereich:



Gegeben ist ein einzelnes Neuron mit zwei Eingängen:



b) Berechnen Sie den Fehler L für den Datenpunkt $(x_1, x_2, \hat{y}) = (1, 1, 2)$ (2 P.)

c) Wie groß ist die Änderung des Gewichtes w_1 in einem „Backpropagation“ Schritt für die gegebene Lernrate α ? (4 P.)

d) Berechnen Sie die Ausgangsmatrix eines 2x2 AveragePool Layers für die gegebene Eingangsmatrix! (je Feld 0,5 P.)

Eingangsmatrix:

0.9	1.0	-17.0	-21.0
1.0	1.1	-11.0	-15.0
-5.0	0.9	10.0	0.0
0.5	-0.3	-3.0	1.0

Ausgangsmatrix:

8. Aufgabe: Fahraufgabe und Mensch-Maschine-Schnittstelle	a: /2	b: /2	c: /2	/ 6
--	----------	----------	----------	------------

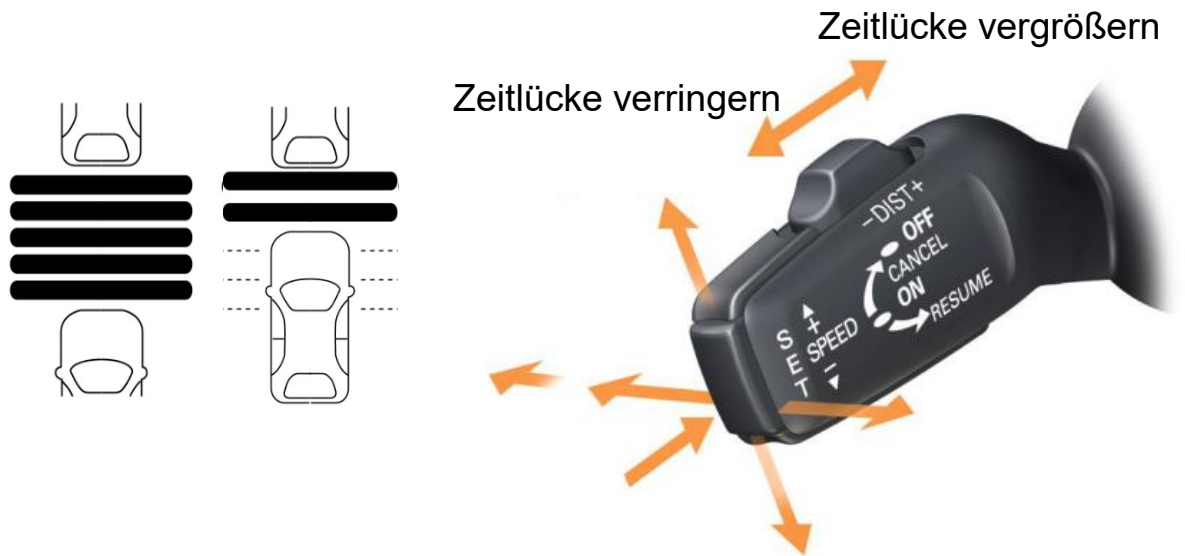
- a) Nennen Sie vier ergonomische Empfehlungen für die Gestaltung von Rückmeldungen im Fahrzeug. (2P)
- b) Nennen Sie die Elemente des SEEV-Modells, welche die Wahrscheinlichkeit einer Blickzuwendung bestimmen. (2P)
- c) Erläutern Sie die Begriffe „Bottom Up“ und „Top Down“ vor dem Hintergrund des SEEV-Modells. (2P)

9. Aufgabe: Kompatibilität	a: /2	b: /1	c: /2	/ 5
-----------------------------------	-------	-------	-------	------------

- a) Die Längsführung kann bei einem Autobahnassistenten entweder durch eine Trajektorienplanung oder mit Hilfe eines Abstandregeltempomaten (ACC) realisiert werden. Bewerten Sie die Umsetzung der Teilfunktion „Zeitlücke verstellen“ des dargestellten ACC-Bedienelements und die zugehörige Anzeige nach dem Kriterium der primären äußeren Kompatibilität.

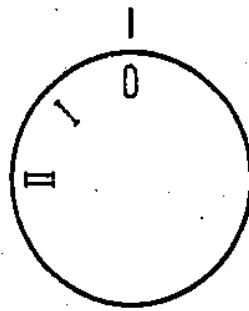
Es gibt fünf mögliche Werte, die für die Zeitlücke eingestellt werden können, wobei 1 der kleinsten Zeitlücke entspricht.

Die ausgewählte Zeitlücke wird im Kombidisplay dargestellt und kann am ACC-Hebel wie dargestellt verringert oder vergrößert werden. (2 P)



- b) Erklären Sie anhand der Abbildung aus Aufgabenteil a), wie durch eine Verbesserung des ACC-Hebels die primäre äußere Kompatibilität verbessert werden kann. (1P)

- c) Bewerten Sie das dargestellte Stellteil hinsichtlich Kompatibilitäten. (2P)



10. Aufgabe: Folgen durch Fahrerassistenzsysteme/Automation	a: /4	b: /1,5	c: /1,5	/ 7
--	----------	------------	------------	------------

a) Von Lisanne Bainbridge wurden sogenannte „Ironies of Automation“ formuliert. Erläutern Sie zwei dieser in der Vorlesung besprochenen Ironien. (4P)

b) Erläutern Sie den Begriff Vigilanz. (1,5P)

c) Entscheiden Sie, ob es sich bei folgenden Punkten um die Wirkung ersetzender oder warnender Assistenz handelt (1,5P):

- I. Neigung zur Beschäftigung mit Nebenaufgaben
- II. Rückzug aus der unterstützten Fahraufgabe
- III. Steigerung der Aufmerksamkeit

11. Aufgabe: ASIL Modell und Controllability	a:	b:	c:	d:	e:	f:	g:	
	/0,5	/1	/2	/1,5	/4	/6	/3	/18

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:

Der zu analysierende Autobahnassistent ist ein 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 $1,2 \text{ m/s}^2$ beschleunigen und Verzögerungen bis zu 5 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 Querführungsassistent wird in dieser Aufgabe zu den ASIL-Sicherheitsanforderungen nicht angenommen.

Fehlerbilder:

1. **Unerwartete Verzögerung:** Das Ego-Fahrzeug fährt geregelt in einer Kolonne und verzögert für den Fahrer unerwartet mit 1 m/s^2 . Ohne Eingriff des Fahrers droht innerhalb von 5 Sekunden eine Kollision.
2. **Unerwartete Blockierbremsung:** Das Ego-Fahrzeug nähert sich mit aktiviertem Autobahnassistent in einer leichten Kurve mit 200 km/h einem anderen, mit 100 km/h vorausfahrenden Fahrzeug. Anstatt einer geregelten automatischen Verzögerung mit maximal 5 m/s^2 blockieren unerwartet beide Hinterräder. Durch die Blockierbremsung der Hinterräder wird das Ego-Fahrzeug aus dem eigenen Fahrstreifen abgelenkt.

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: (0,5 P.)

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

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. Verzögerung		
2. Blockierbremsung		

Weitere Fragen zum ASIL-Modell und zur Controllability:

- c) Wie lässt sich ein ASIL C durch Dekomposition über ASIL A_(C) redundant aufteilen? (2 P.)

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

- e) Nennen Sie 4 Themenbereiche, die der Code of Practice zur Erstellung der Funktionsbeschreibung behandelt (4 P.)

- f) Nennen Sie drei Hauptthemen der Checkliste B in Bezug auf den Fahrer? (6 P. → je 2 P.)

- g) In welche drei Fahraufgaben kann die Fahreraktivität grundsätzlich klassifiziert werden? (3 P.)

12.Aufgabe: Entwicklung	a: /4	b: /3	c: /3	d: /3	e: /2	/ 15
--------------------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------------

In der Vorlesung wurde die von Prof. Maurer (TUBS) entwickelte Methode für den systematischen Entwurf von Fahrerassistenzsystemen vorgestellt. Im Folgenden soll ein Konzept für ein vollautomatisiertes Parksystem (ohne Überwachung) entwickelt werden. Im Rahmen dessen werden exemplarisch vier Teilschritte des Entwicklungsprozesses durchlaufen.

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

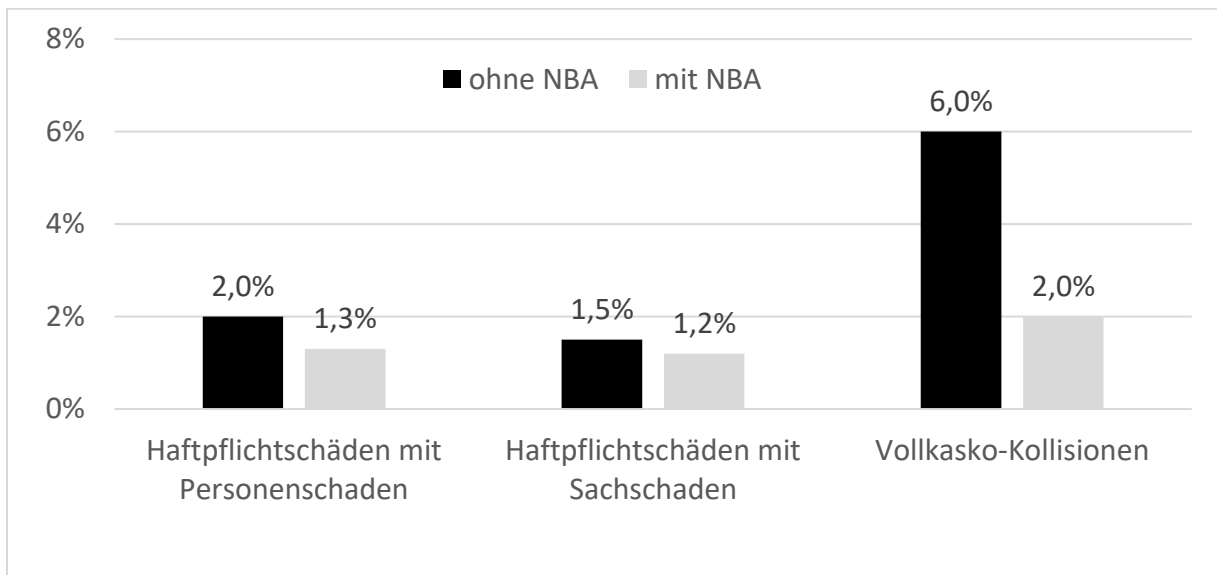
Das zu entwickelnde vollautomatisierte Parksystem soll folgende Eigenschaften erfüllen:

- Erkennung und Meldung (HMI) einer möglichen Parkposition
 - Nach Aktivierung des Fahrers parkt das Fahrzeug eigenständig ein und schaltet sich anschließend ab
- b) 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.)

- c) Nennen Sie (stichpunktartig) zwei grundlegende Erkenntnisse bei der Analyse im Teilschritt „Markt“. Geben Sie anschließend eine Einschätzung des Systems für das Zwischenergebnis des Entwicklungsprozesses ab. (3 P.)
- d) Beschreiben Sie das zentrale Ziel des Teilschrittes „Package“ und nennen Sie vier Faktoren, die die „Einbauposition“ beeinflussen können. (3 P.)
- e) Die ASIL-Einstufung wird auch im Rahmen des Entwicklungsprozesses nach Maurer behandelt. Nennen Sie den Teilschritt des Entwicklungsprozesses, der diese Einstufung mit vorsieht. Nennen Sie darüber hinaus die relevante Norm für Aspekte der funktionalen Sicherheit. (2 P.)

13. Analyse und Bewertung FAS	a:	b:	c:	d:	e:	
	/3	/2	/6,5	/2	/2	/ 15,5

Sie haben einen neuartigen Notbremsassistenten (NBA) entwickelt und auf den Markt gebracht. Drei Jahre nach Markteinführung wollen Sie den Nutzen Ihres NBA abschätzen. Hierzu liegen Ihnen die NBA-relevanten Schadenfälle bezogen auf die Gesamtschäden bei Fahrzeugen mit und ohne NBA vor.



a.) Vervollständigen Sie hierzu zunächst folgende Tabelle mit Hilfe der gegebenen Grafik. (3 P.)

	Alle Unfälle ohne NBA	Alle Unfälle mit NBA	Relevante Unfälle ohne NBA	Relevante Unfälle mit NBA
Haftpflichtschäden mit Personenschaden	425	220		
Haftpflichtschäden mit Sachschaden	220	250		
Vollkasko-Kollisionen	410	320		

b.) Beschreiben Sie was durch den **Odds Ratio** angegeben wird. (2 P.)

c.) Geben Sie die allgemeine Formel zur Berechnung des Odds Ratio und des Nutzens für ein Fahrerassistenzsystem an. Ergänzen Sie zudem die gegebene Tabelle. (6,5 P.)

- **OR =**

- **Nutzen =**

	OR	Nutzen
Haftpflichtschäden mit Personenschaden		
Haftpflichtschäden mit Sachschaden		
Vollkaskokollisionen		

d.) Beschreiben Sie in Worten, welche Aussage der OR über den NBA bei „Haftpflichtschäden mit Personenschaden“ trifft. (2 P.)

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

- **Wirkungsfeld =**

- **Wirkungsgrad =**

14. Aufgabe: Aktuelle Systeme	a: /3	b: /7	/ 10
--------------------------------------	-------	-------	-------------

- a) Nennen Sie je drei verschiedene Fahrerassistenzsysteme, die den Fahrer in der Längs- bzw. Querführung unterstützen. Schreiben Sie dabei die Namen der Fahrerassistenzsysteme aus → Abkürzungen alleine geben keine Punkte. (3 P.)

Längsführung
1)
2)
3)
Querführung
1)
2)
3)

- b) Sie entwickeln ein Fahrerassistenzsystem, das Ausweichmanöver durchführen kann. Für die Auslegung des Systems soll der Kammsche Kreis als Näherung verwendet werden. Wie groß darf die maximale Querschleunigung $a_{y,max}$ des Systems in Abhängigkeit der aufgebrachten Längsbeschleunigung a_x bei trockener Fahrbahn ($\mu = 0,8$) und einer Fahrzeugmasse von $m = 1500 \text{ kg}$ sein? Fertigen Sie dabei auch eine Skizze des Kammschen Kreises an und tragen Sie die relevanten Größen ein. Berechnen Sie zudem die maximal mögliche Querschleunigung im Ausweichmanöver, wenn zugleich eine Verzögerung von $2 \frac{m}{s}$ aufgebracht wird. (7 P.)