

1. Aufgabe: Einführung

- a) Erklären Sie folgende Begriffe im Zusammenhang mit automatisierten Fahrzeugen. Geben Sie zudem an für welche englischen Ausdrücke diese Abkürzungen stehen. (9 P.)

ADS	Ausgeschrieben: Automated Driving System Beschreibung: Die Hardware und Software, die zusammen in der Lage sind die komplette Fahraufgabe zu erledigen (für eine bestimmte ODD).
DDT	Ausgeschrieben: Dynamic Driving Task Beschreibung: Alle Echtzeitfunktionen, welche notwendig sind das Fahrzeug im Straßenverkehr zu bewegen. Beinhaltet nicht die Missionsplanung und die Zielauswahl.
OEDR	Ausgeschrieben: Object and Event Detection and Response Beschreibung: Jene Unteraufgabe der DDT, welche die Überwachung der Fahrzeugumgebung und Ausführung einer angemessenen Reaktion auf Objekte und Events beinhaltet.

Ausgeschrieben je 1P

Beschreibung je 2P

- 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 / Wahrnehmung I

- a) Sie sollen ein System zur Erkennung von Fahrstreifenmarkierungen entwickeln. Welche Sensortypen können dafür eingesetzt werden? Beschreiben Sie kurz die Herangehensweise, wie mit dem jeweiligen Sensortyp Fahrstreifenmarkierungen erkannt werden können. Begründen Sie abschließend, welcher Sensortyp in der Praxis häufiger eingesetzt wird. (8 P.)

Sensor 1: Kamera (1 P.)

Herangehensweise 1:

Farb- / Helligkeitsunterschied zwischen Fahrbahn und Fahrstreifenmarkierung auf den aufgenommenen Bildern wird verwendet, um die Markierungen mittels Kantendetektion zu erkennen. (Alternativ können auch Algorithmen des maschinellen Sehens angewendet werden.) (2 P.)

Sensor 2: LiDAR (1 P.)

Herangehensweise 2:

Aufgrund der Oberflächeneigenschaften der Markierung reflektieren diese die ausgesendete Laserstrahlung besser als die Fahrbahn. Auf Basis der höheren rückgestreuten Leistung im Bereich der Markierung können diese erkannt werden. (2 P.)

Einsatz in Praxis:

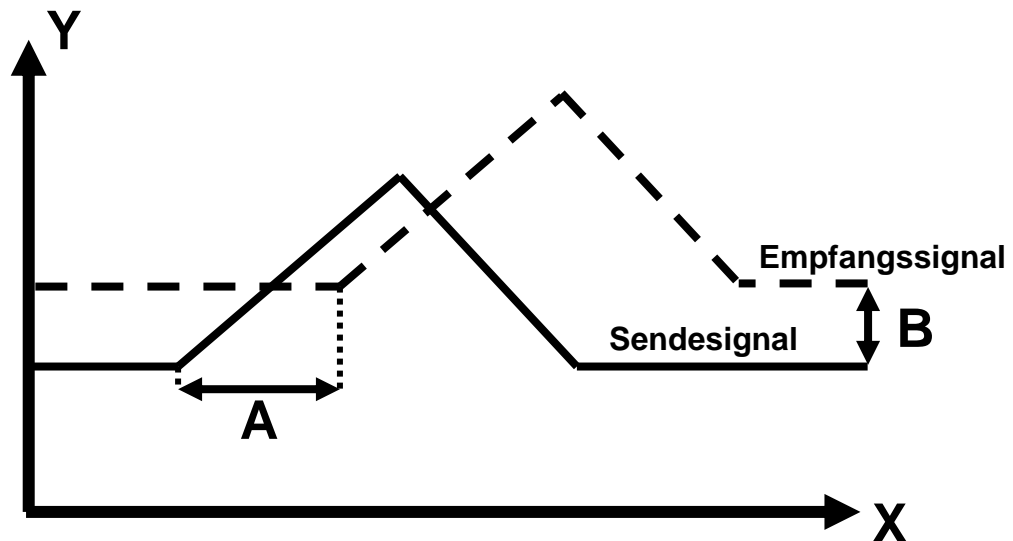
In der Praxis häufig mit Kamera, weil Sensorik günstiger und trotzdem robuste Detektion möglich. (2 P.)

- b) Erläutern Sie die Entfernungsmessung mittels Time-of-Flight. Geben Sie die Formel an und benennen Sie die darin enthaltenen mathematischen Größen. (4 P.)

Aussenden ein oder mehrerer Lichtpulse. Reflektion des Pulses am Objekt. Zeit bis zum Empfang des reflektierten Signals ist Time-of-Flight. (2 P.)

Formel: $d = \frac{1}{2} c_0 t_{\text{tof}}$ mit Abstand d , Lichtgeschwindigkeit c_0 (bzw. allgemein Ausbreitungsgeschwindigkeit) und Time-of-Flight t_{tof} (2 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

3. Aufgabe: Sensorik / Wahrnehmung II

- a) Nennen und erläutern Sie das Prinzip mit dem, durch zwei parallele Kameras, die Tiefe einer Szene geschätzt werden kann. (3 P.)

Prinzip:

Stereoskopie (1 P.)

Erläuterung:

Zwei parallele optische Achsen. Gleicher Merkmalspunkt in beiden Bildern. Abstand / Tiefe durch Triangulation. (2 P.)

- b) Sie sollen nun ein Kamerasystem auslegen. Wie viele Pixel in horizontaler Richtung kann eine schwarz-weiß Kamera im 16:9 Format mit 256 Helligkeitsstufen haben, um eine maximale Datenmenge von 5 MegaByte pro Sekunde nicht zu überschreiten. Die Kamera arbeitet dabei mit einer Frequenz von 25 Hz. (Hinweis: 1 MegaByte = 10^6 Byte) (5 P.)

$$D = B * P * N * F$$

D = Datenrate = 5 MB/s

B = Anzahl der Pixel pro Bild = $l * b$

P = Anzahl der Bytes pro Pixel = 1 Byte (entspricht $2^8 = 256$ Helligkeitsstufen)

F = Einlesefrequenz = 25 1/s

N = Anzahl der Kameras = 1

$$B = l * b = \frac{D}{P * N * F}$$

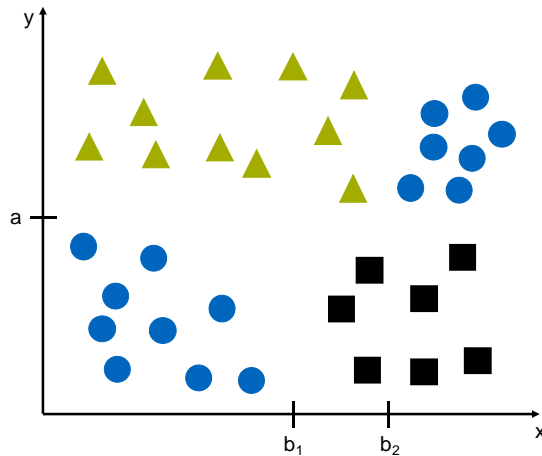
Mit $\frac{l}{b} = \frac{16}{9} \rightarrow b = \frac{9}{16} l$

$$l = \sqrt{\frac{16}{9} \frac{D}{P * N * F}} = 596,3$$

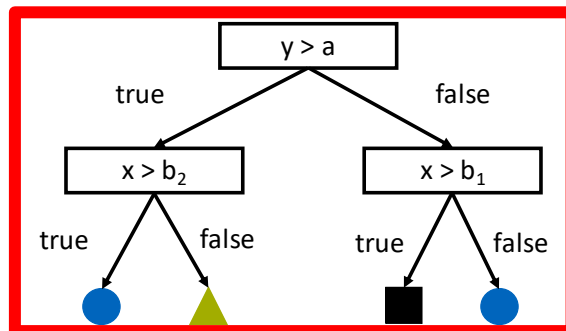
→ max. 596 Pixel in horizontaler Richtung

(auch korrekt wenn für Stereokamera gerechnet wurde – für diese gilt max. 421 Pixel in horizontaler Richtung)

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



Erstellen Sie einen Entscheidungsbaum zur Klassifikation der drei beteiligten Klassen (● ▲ ■) (4 P.)



(4x 1 P. für korrekte Pfade zu vier Cluster)

d) Beschreiben Sie kurz die Begriffe Precision und Recall im Zusammenhang mit Klassifikatoren. Geben Sie deren Formeln an. (4 P.)

	Beschreibung	Formel
Precision	Erkennungsrate / Genauigkeit Welcher Anteil an positiven Vorhersagen war korrekt? (1 P.)	$TP / (TP + FP)$ (1 P.)
Recall	Trefferquote / Sensitivität. Welcher Anteil an positiven Vorhersagen ist detektiert worden? (1 P.)	$TP / (TP + FN)$ (1 P.)

4. Aufgabe: Sensorik / Wahrnehmung III

- a) Für automatisierte Fahrfunktionen ist eine Eigenbewegungsschätzung dringend notwendig. Nenne zwei Beispiele wo die benötigt wird. (2 P.)

2x 1 P. für zwei der folgenden Beispiele

ESP Steuergerät

Ego-Kompensation für Umfeldmodell

Wankstabilisierung

Dämpferregelung

...

- b) Die Eigenbewegung des Fahrzeugs kann man mit einem Kalmanfilter geschätzt werden. Dabei wird im Innovationsschritt mit untenstehender Formel der Zustand neu geschätzt. Bezeichnen Sie die folgenden, darin vorkommenden Größen. (2 P.)

$$\hat{\mathbf{x}}_k(+)=\hat{\mathbf{x}}_k(-)+\bar{\mathbf{K}}_k\left[\mathbf{z}_k-\mathbf{H}_k\hat{\mathbf{x}}_k(-)\right]$$

$\hat{\mathbf{x}}_k(-)$	Zustandsprädiktion (0,5 P.)
$\bar{\mathbf{K}}_k$	Kalmanfaktor (0,5 P.)
\mathbf{z}_k	Messwert (0,5 P.)
\mathbf{H}_k	Messmatrix (0,5 P.)

- c) Vereinfachen Sie die Formel aus der vorhergehenden Aufgabe für den Fall, dass nur ein einziger Systemzustand existiert und dieser auch gemessen werden kann. (1 P.)

mit $H_k = 1$

$$\rightarrow \hat{x}_k(+)=\hat{x}_k(-)+\bar{K}_k\left[z_k-\hat{x}_k(-)\right]$$

(1 P.)

- d) Welche Werte nehmen die untenstehenden Größen des Kalmanfilters in den beiden unten beschriebenen Fällen an? (3 P.)

Fall 1: Kein Vertrauen in Prädiktion, Volles Vertrauen in Messung.

$$\bar{K}_k \rightarrow 1 \text{ (1 P.)}$$

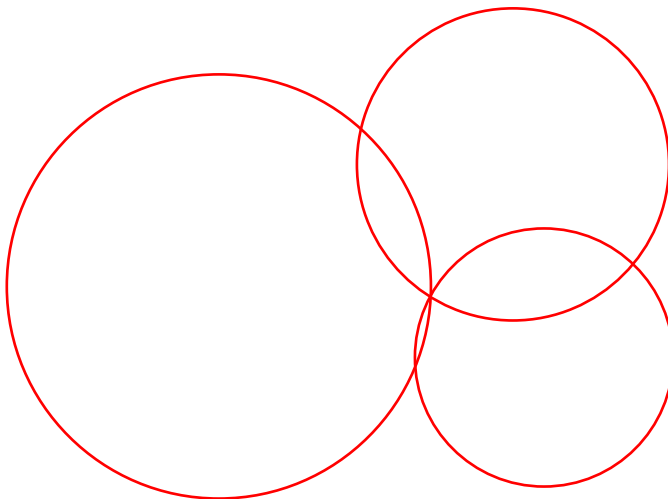
$$\hat{x}_k(+) \rightarrow z_k \text{ (0,5 P.)}$$

Fall 2: Kein Vertrauen in Messung, Volles Vertrauen in Prädiktion.

$$\bar{K}_k \rightarrow 0 \text{ (1 P.)}$$

$$\hat{x}_k(+) \rightarrow \hat{x}_k(-) \text{ (0,5 P.)}$$

- e) Skizzieren und erklären Sie kurz das grundlegende Prinzip von GNSS (bspw. GPS). (2 P.)



Ein GPS Empfänger bestimmt durch die Signallaufzeit den Abstand zum Satelliten (1 P.). Durch den Abstand vom bekannten Punkt (Satellit) lässt sich die Position auf Sphären einschränken. (Hier vereinfacht Kreise). Bei genügend Satelliten ergibt sich ein eindeutiger Schnittpunkt, der der gesuchten Position entspricht. (1 P.)

- f) Wie viele GPS-Satelliten werden mindestens benötigt, um die Position zu ermitteln? Begründen Sie Ihre Antwort. (2 P.)

Vier Satelliten werden benötigt, da es bei der Berechnung der Position vier Unbekannte gibt: Drei für die Position im Raum und eine Weitere für die Abweichung der Empfänger-Uhr.

- g) Nennen Sie die zwei Kommunikationstechnologien mit denen V2X Funktionen umgesetzt werden können. Wählen Sie anschließend einen der drei Nachrichtentypen der C-ITS Roadmap (CAM, CPM oder MCM) und beschreiben Sie dessen Idee und Ziele. (3 P.)

Kommunikationstechnologie 1: WLAN-basiert (0,5 P.)

Kommunikationstechnologie 2: Mobilfunk-basiert (0,5 P.)

Gewählter Nachrichtentyp:

Insges. 2 P. für einen Typ von CAM, CPM oder MCM mit korrekter Beschreibung

Beschreibung von Idee und Ziele des gewählten Nachrichtentyps:

- CAM: Austausch von Fahrzeugzustandsdaten für Warnungsfunktionen
- CPM: Austausch von Sensor- und Wahrnehmungsdaten zur Erweiterung der eigenen Sensorreichweite
- MCM: Austausch von Koordinations- und Intentionsdaten zum Verhandeln zwischen Fahrzeugen

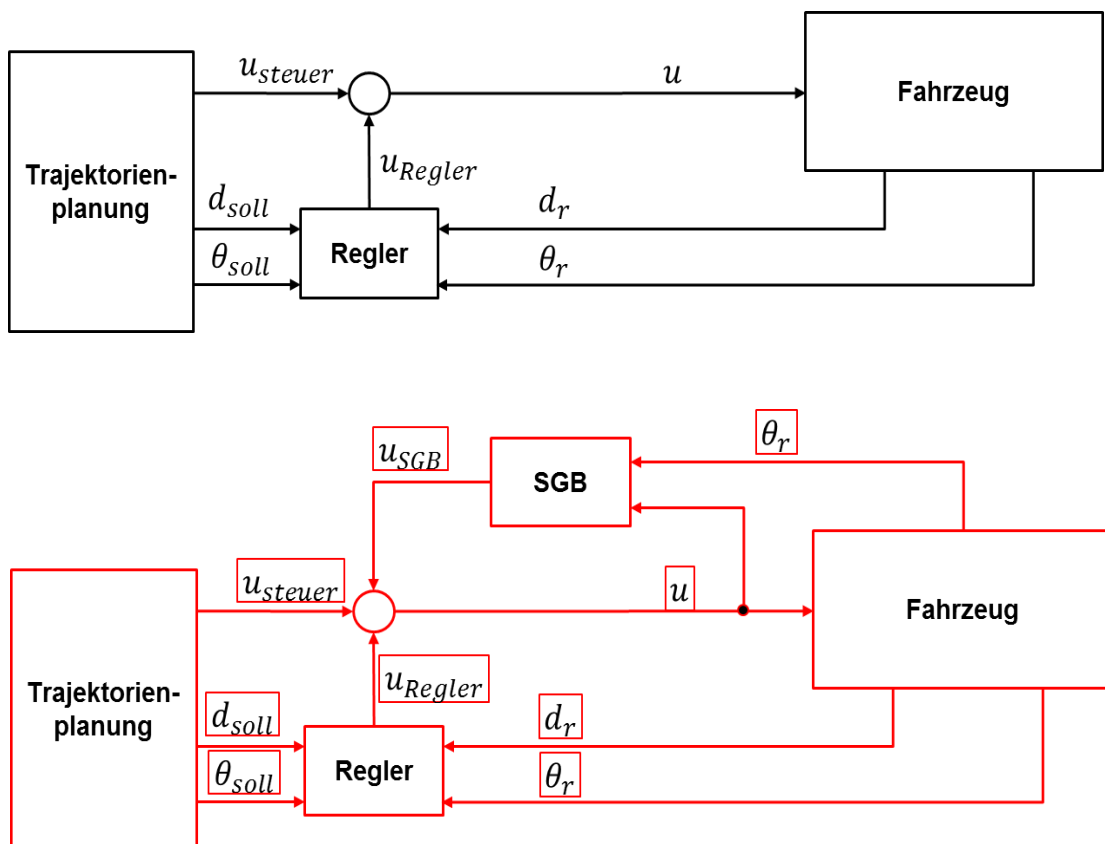
5. Aufgabe: Funktionslogik und Regelung

Sie sollen eine Funktion implementieren, welche einen automatisierten Spurwechsel auf Autobahnen ermöglicht. Hierfür müssen Sie Trajektorien planen, um diesen anschließend zu folgen. (12 P)

- a) Um der Trajektorie zu folgen, implementieren Sie einen Regler. Bei Seitenwind oder hängender Fahrbahn hat Ihr Regler Probleme die Regelungsziele einzuhalten. Sie besitzen leider keinen Sensor mit dem Sie diese Störungen messen können. Nennen Sie eine Möglichkeit Störungen trotzdem zu berücksichtigen. Ergänzen Sie diese Möglichkeit im Blockschaltbild. Achten Sie darauf alle Signale zu benennen. (5 P)

Möglichkeit Störungen zu berücksichtigen:

Blockschaltbild:



Störgrößenbeobachter (1 P), Blockschaltbild (1P für SGB, je 1P für Pfeil+Bezeichnung -> 4P)

- b) Ihre Änderungen erfordern die Verwendung eines Tiefpassfilters $Q(s)$. Die neue Übertragungsfunktion vom Systemeingang u_r zum Ausgang y sei im Folgenden gegeben:

$$G_{u_r y}(s) = \frac{Y(s)}{U_r(s)} = \frac{G(s)\tilde{G}(s)}{\tilde{G}(s) + (G(s) - \tilde{G}(s))Q(s)}$$

Sie wissen, dass für das Übertragungsverhalten des verwendeten Tiefpassfilters bei niedrigen Frequenzen folgendes gilt:

$$Q(s) \approx 1$$

Welche Aussage können Sie hieraus über das Übertragungsverhalten des geschlossenen Kreises treffen? (2 P)

Lösung:

$$G_{u_r y}(s) \approx \tilde{G}(s) \text{ 1P}$$

Bei **niedrigen Frequenzen** entspricht das Verhalten des geschlossenen Kreises dem Verhalten von $\tilde{G}(s)$. 1P

- c) $Q(s)$ soll im nächsten Schritt einem Tiefpassfilter mit relativem Grad 1 entsprechen. Geben Sie zunächst die allgemeine Übertragungsfunktion von $Q(s)$ an. Berechnen Sie anschließend die Zeitkonstante Ihres Tiefpassfilters für eine Eckfrequenz von 150 Hz. (3 P.)

Übertragungsfunktion:	$Q(s) = \frac{1}{1+s\tau_Q} \text{ (1P.)}$
Berechnung der Zeitkonstante:	$f_Q = 150 \text{ Hz} \rightarrow \omega_Q = 2\pi f_Q \rightarrow \tau_Q = \frac{1}{\omega_Q} = 1.1 \text{ msec (2 P.)}$

- d) Was können Sie durch die Wahl der Eckfrequenz einstellen? (2 P.)

Frequenzen oberhalb der Eckfrequenz werden in ihrer Amplitude abgeschwächt während Frequenzen unterhalb der Eckfrequenz nicht beeinflusst werden.

6. Aufgabe: Funktionale Systemarchitektur

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

■

■

■

■

■

■

Lösungsvorschlag:
(1 Punkt je Beispiel)



Systemarchitektur innerhalb der Situationsanalyse → 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
 - ...



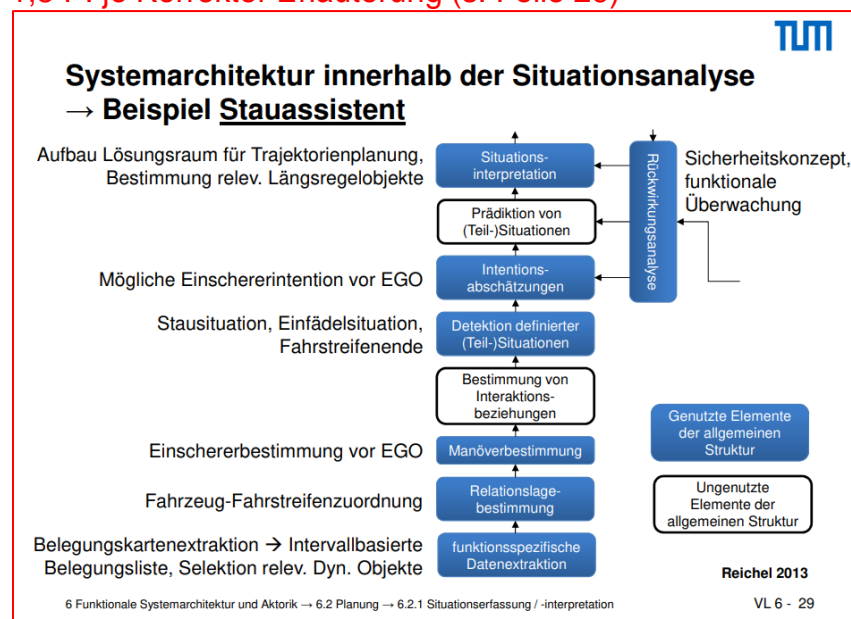
Bildquelle: Auto.de

- (2 Um zu einem Ergebnis bei der Situationsinterpretation zu gelangen werden verschiedene Schritte innerhalb einer Situationsanalyse durchlaufen. Beschreiben Sie die unten dargestellten Schritten anhand von Beispielen für einen Stauassistenten. (9 P.)



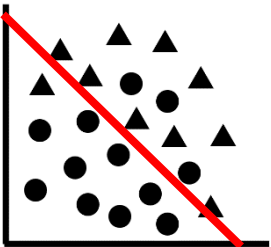
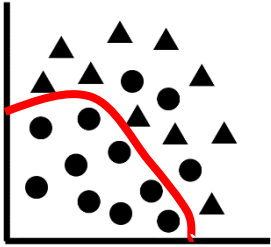
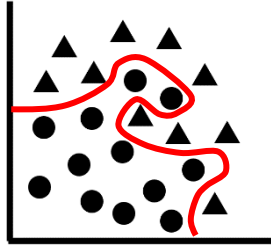
Lösungsvorschlag:

1,5 P. je Korrekter Erläuterung (s. Folie 29)



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 die 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) Um die Anzahl der Parameter und die Komplexität eines Netzwerks zu reduzieren, nutzen Sie die MaxPool [2x2] (Stride=2). Berechnen Sie die Ausgabematrix: (2P)

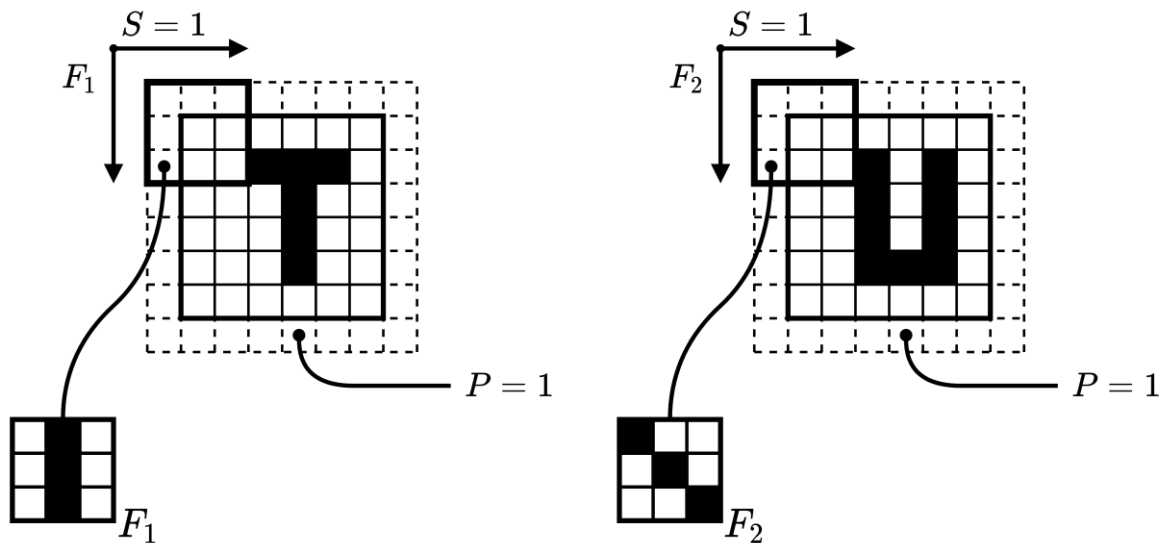
Eingabematrix

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

Ausgabematrix

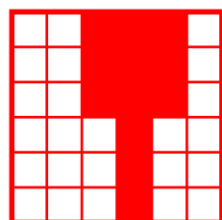
6	8
3	4

- c) Nehmen wir an, dass die folgenden vereinfachten Bilder als Eingang des CNN-Netzwerks mit zwei vordefinierten Filtern, F_1 und F_2 ($S=1$, $P=1$) gegeben sind. Zeichnen Sie für beide Fälle eine qualitative Skizze der resultierenden Activation Map(s). (7P)

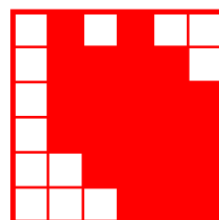


Per task: 0.5 if the dimensions are correct (6x6). 3P if the convolution is fully correct. For falsely marked squares, 0.5P/Error can be deducted.

Max. 7P possible if both tasks are fully correct.



6×6



6×6

8. Fahraufgabe und Mensch-Maschine-Schnittstelle

a) Erklären Sie den Unterschied zwischen Belastung und Beanspruchung anhand des Belastungs-Beanspruchungs-Konzepts. (2P)

- Belastung: alle Einflüssen, die den **Arbeitsprozess des Menschen beeinflussen** können und die **für jeden Menschen**, der sich in dieser Situation befindet, **gleich** sind (1P)
- Beanspruchung: **individuelle** Reaktion auf die Belastung (1P)

b) Nennen Sie vier ergonomische Empfehlungen für die Gestaltung von Rückmeldungen. (2P)

- Kontinuierliche Statusanzeige
- Verzögerungsfrei
- Überschwellig
- Multimodal simultan
(mehrere Sinneskanäle)
- Gezielte Vorwarnung (mono- oder multimodal)

c) Erläutern Sie stichpunktartig, wie die steigende Anzahl an Fahrerassistenzsystemen und zu bedienenden Systemen bei der Gestaltung der Mensch-Maschine-Interaktion beherrscht werden kann. (3P)

Integrierte Bedienelemente (bspw. multidimensionaler Drehdrücksteller oder Touchscreen), Spracheingabe, Gestenerkennung.

d) Nennen Sie drei Nachteile einer Spracheingabe im KFZ. (3P)

- Fehlerkennungen
- Hoher Aufwand für OEM (u.a. durch Internationalisierung)
- Verarbeitungsdauer von Befehlen
- U.U. zusätzlicher Bedienschritt durch Taste für Aktivierung, sonst hohe Wahrscheinlichkeit von Fehleingaben
- Probleme bei komplexen Kommandos oder Fragen
- Probleme mit Störgeräuschen
- Intransparente Möglichkeiten

9. Kompatibilität

a) Erklären Sie die Begriffe primäre und sekundäre Kompatibilität. (2P)

- **Primäre Kompatibilität**

Die primäre Kompatibilität bezieht sich auf die Sinnfälligkeit von Informationen bezogen auf Wirklichkeit, Anzeigen, Stellteile und innere Modelle

- Innere: Bewegungsrichtung stimmen mit unseren inneren Modellen (Erwartungen) überein
- Äußere: Bewegungsrichtung von Stellteilen und Anzeigen stimmen mit der Umwelt, anderen Stellteilen und Anzeigen überein

- **Sekundäre Kompatibilität**

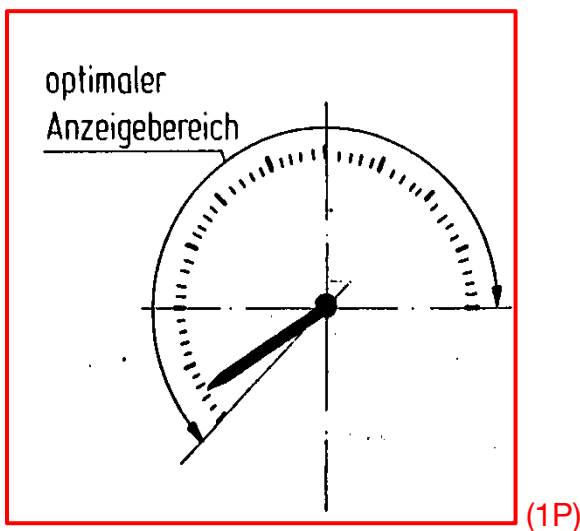
Drehsinn und Bewegungsrichtung dürfen nicht im Widerspruch zueinanderstehen.

b) Bewerten Sie die dargestellte Anzeige hinsichtlich der sekundären Kompatibilität. Erläutern Sie Ihre Einschätzung und zeichnen Sie wenn möglich eine verbesserte Variante. (3P)



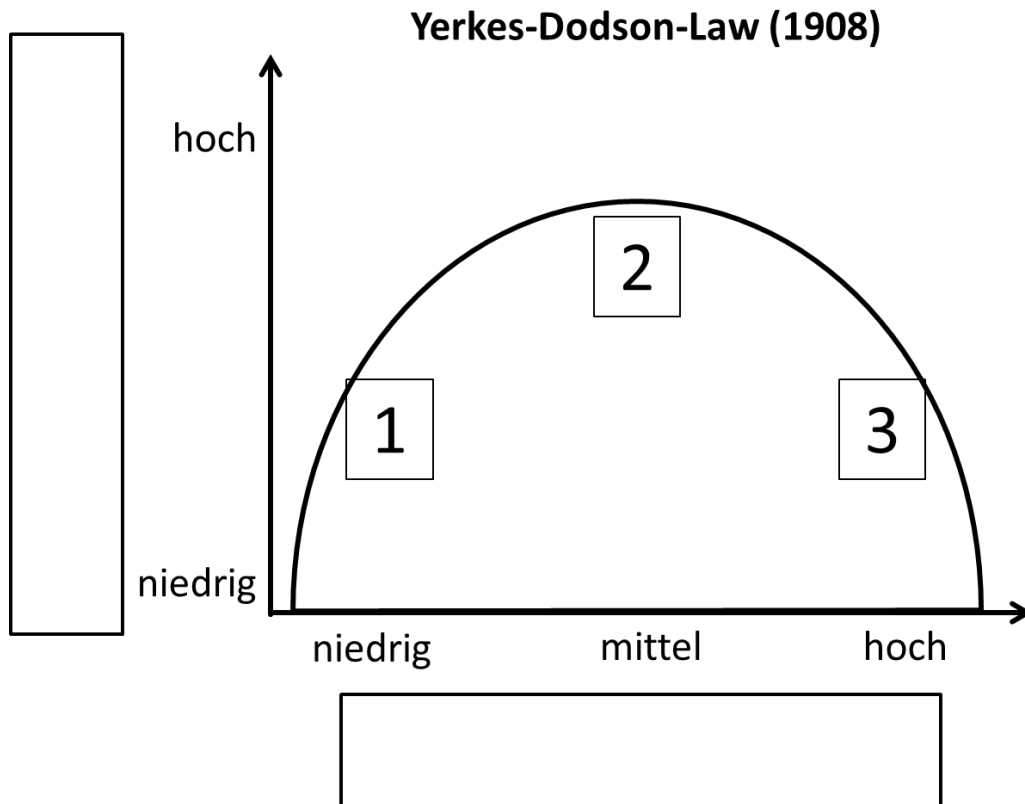
• Sekundäre Kompatibilität:

- Verletzt, da Zunahme gegen Uhrzeigersinn (Drehsinn) und nicht im optimalen Anzeigebereich (2P)



10. Folgen durch Fahrerassistenzsysteme/Automation

- a) Beschriften Sie die Achsen (Kästen) im Diagramm zur Yerkes-Dodson-Law und ordnen Sie die Fahrertzustände und Situationen in der Tabelle den Bereichen 1, 2 oder 3 im Diagramm zu. (2P)



Vertikal: Performance (Leistung) – 0,5P

Horizontal: Arousal (Aktivierung, Erregung) – 0,5P

3	Der Fahrer fährt seit einem längeren Zeitraum in einem hohen Automationsgrad und die Automation fällt unvorhergesehen aus.
2	Der Fahrer fährt in mit Teilautomation (Level 2) und überwacht die Automation gewissenhaft.

Je 0,5P

- b) Nennen Sie eine positive und eine negative Auswirkung von ersetzender Assistenz auf den Fahrer. (1P)

Ersetzend:

- Reduktion der Aufmerksamkeit, Rückzug aus der unterstützten Fahraufgabe.
- Entlastung des Fahrers.

11. ASIL Modell und Controllability

Führen Sie im Folgenden die Vorbereitungen für eine ASIL-Bewertung entsprechend der ISO 26262 und dem verlinkten ADAS Code of Practice anhand der untenstehenden Fehlerbilder für den unten 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 sensorgestütztes 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 7 Sekunden eine Kollision.
2. **Unerwartete Blockierbremsung:** Das Ego-Fahrzeug nähert sich mit aktiviertem Autobahnassistent in einer leichten Kurve mit 150 km/h einem anderen, mit 80 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: (1 P.)

Fehlerbilder	Severity - S (1 P. für beide richtigen Antworten)
1. Verzögerung	S0
2. Blockierbremsung	S3

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: (2 P.)

Fehlerbilder	Controllability - C (1 P. für beide richtigen Antworten)	Begründung (1 P. für beide richtigen Antworten)
1. Verzögerung	C1	Beispiele: - Aufmerksamer Fahrer - Reaktionszeit ausreichend (7 s)
2. Blockierbremsung	C3	Beispiele: - -> schwer kontrollierbar (150 km/h) - Normalfahrer unkontrollierbar

Weitere Fragen zum ASIL-Modell und zur Controllability:

- c.) Durch welche Zahlenwerte werden der ASIL $B_{(x)}$ sowie der ASIL $C_{(x)}$ bei einer Dekomposition ersetzt?
(jeweils 1 P.)

ASIL $B_{(x)} = 2$ und ASIL $C_{(x)} = 3$

- d.) Geben Sie die Formel für das Risiko aus der Gefahren- und Risikoanalyse an:
(2 P. für abhängige Variablen und für korrekte Formel)

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

- e.) Welche Methoden schlägt der ADAS Code of Practice neben der ISO 26262 für die Sicherheitsanalyse vor? (4 P. Abkürzungen sind ausreichend)

HAZOP, FMEA, FTA, HIL

- f.) Welche ISO Norm verweist auf den ADAS Code of Practice mit dem Hinweis, dass eine Anzahl von 20 gültigen Datensätzen pro Szenario einen grundlegenden Hinweis für Validität liefern kann? (1 P.)

ISO 26262

(ISO 26262-3:2018, Teil 3 Konzeptphase, Seite 26, Tabelle B.4)

g.) Welche beiden Aussagen werden im Dokumentationsblatt des ADAS Code of Practice bestätigt?
(jeweils 1 P.)

- Bestätigung, dass dieses ADAS gemäß dem Code of Practice entwickelt wurde
- Bestätigung, dass dieses ADAS verwendungssicher ist

h.) Nennen Sie die beiden Hauptentwicklungsphasen und zwei Einzelphasen aus dem allgemeinen Entwicklungsprozess? (je 1 P.)

Hauptentwicklungsphasen: Konzeptphase, Serienentwicklung
Einzelphasen: Definitionsphase, Konzeptauswahl, oder Konzeptbestätigung, Konstruktion, Erprobung, Absicherung & Sign off

i.) Nennen Sie zwei Bewertungsmethoden zum Nachweis der Controllability?
(jeweils 1 P.)

Expertengremium (Expert Panel), Fahrsimulatortests oder Fahrtests

12. Aufgabe: Funktionale Sicherheit

- a) Im Automotive Bereich spielen 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 Sie neben „Management of functional safety“ drei weitere Teileaspekte der ISO 26262. (3 P.)

<ul style="list-style-type: none"> Vocabulary, Concept Phase, Product development at system/hardware/software level, Production and Operation, Adaption for motorcycles, Supporting processes, ASIL-oriented and safety-oriented analyses, Guideline on ISO 26262, Guideline on appl of ISO 26262 to semiconductors
<ul style="list-style-type: none">
<ul style="list-style-type: none">

- c) Im Zusammenhang mit Anforderungen an die Hardwareentwicklung wird in der ISO 26262 von single-point faults, dual-point faults und residual faults gesprochen. Erklären Sie die Begriffe kurz. (3 P.)

Single-point fault	Werden nicht durch einen Sicherheitsmechanismus abgefangen
Dual-point fault	Erst in Kombination mit einem weiteren Fehler entsteht eine Verletzung des Safety Goals
Residual fault	Sollte eigentlich durch einen Sicherheitsmechanismus abgefangen werden, dieser ist aber nicht ausreichend.

13. Aufgabe: Analyse und Bewertung

- a) Zwischen welchen Erhebungsarten kann im Rahmen der Unfallforschung unterschieden werden? Nennen (je 1 P.) und beschreiben (je 1 P.) Sie die vier Arten. (8 P.)

Erhebungsart	Beschreibung
Polizeiliche Unfallerhebungen	<ul style="list-style-type: none"> • Polizeilich aufgenommene Unfälle • Erfassung von jährlich etwa 2,4 Millionen Unfällen • Auswertung detaillierter Verkehrsunfallanzeigen • Erfassung der Unfallschwere von Personenschäden • Auswertung der Unfalldaten nach: <ul style="list-style-type: none"> ○ Unfallursache ○ Unfallart ○ Unfalltyp
Erhebungen am Unfallort durch spezielle Forschungsteams	<ul style="list-style-type: none"> • Aufnahme von Informationen von <ul style="list-style-type: none"> ○ Unfallstelle ○ Krankenhaus ○ Rettungskräften ○ Polizei • Nachstellung des Unfallablaufs und Erlangung von Informationen wie: <ul style="list-style-type: none"> ○ Kollisionsgeschwindigkeit ○ Bremsverzögerungen ○ Winkeländerungen ○ Insassenbelastungen
Retrospektive Unfalluntersuchungen	<ul style="list-style-type: none"> • Angefertigte Fahrzeuggutachten werden in einer Datenbank abgelegt • Pro Jahr werden der Datenbank etwa 500.000 anonymisiert dokumentierte Fahrzeugbeschädigungen hinzugefügt • Beschädigungen reichen von geringfügig bis Totalschaden • Erfassung von <ul style="list-style-type: none"> ○ beschädigten Fahrzeugbauteilen ○ beschädigten Fahrzeugbereichen ○ Reparaturkosten
Naturalistic Driving Study	<ul style="list-style-type: none"> • Aufzeichnung von Fahrdaten (Radar, Video, On-board, ...) mit Hilfe von über 3000 Teilnehmern in vier Städten in den USA • Detaillierte Informationen über Zeitraum vor Unfall • Informationen über Häufigkeit von bestimmten Verhaltensweisen im Alltagsverkehr

- b) Erläutern Sie, was der Unfalltyp im Rahmen der Unfallforschung beschreibt und nennen Sie vier in der Vorlesung genannte Ausprägungen. (3 P.)

Lösung:

1P für Definition Unfalltyp

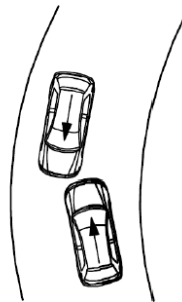
Jeweils 0,5 P für Ausprägungen

Unfalltyp

Unfalltyp: beschreibt die unfallauslösende Situation.

Unterschieden werden folgende acht Unfalltypen:

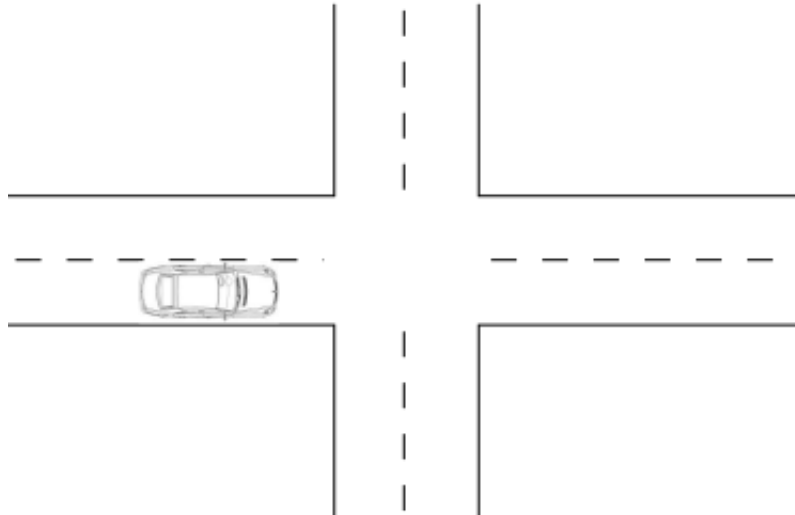
- Fahr Unfall
- Abbiegeunfall
- Einbiege-, Kreuzungsunfall
- Überschreitungsunfall
- Unfall durch ruhenden Verkehr
- Unfall im Längsverkehr
- Sonstiger Unfall
- Sachschaden



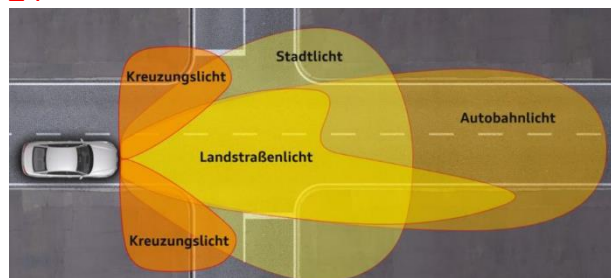
Johannsen 2013, S. 14f

14. Aufgabe: Aktuelle Systeme

- a) Zeichnen Sie in die untenstehende Grafik vier mögliche Anwendungen des variablen Abblendlichts ein und benennen Sie diese. (4 P.)



Lösung: Folie 11-24



- b) Erläutern Sie das Grundkonzept des Teleoperierten Fahrens und geben Sie den hauptsächlichen Anwendungsfall des Teleoperierten Fahrens an. (4 P.)

Grundkonzept

Das Fahrzeug wird von einem Menschen (dem Operator) aus großer Distanz ohne direkten sichtkontakt ferngesteuert. Für die Orientierung des Operators werden die Signale der Onboard-Sensoren (z. B. Kameras) vom Fahrzeug an das Kontrollzentrum übertragen. Der Operator kann so eine Rundumsicht um das Fahrzeug bekommen und dieses präzise und sicher steuern. (2 P.)

Anwendungsfall

Das Teleoperierte Fahren kann als Back-up-Lösung für das automatisierte Fahren verwendet werden. Bei Erreichen einer Systemgrenze des automatisierten Fahrzeugs, kann dieses vom Operator schnell und effizient in seinen Operationsbereich zurück gesteuert werden. (2 P.)

- c) 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)	Adaptive cruise control
2)	Autonomous / active emergency braking
3)	Forward Vehicle collision warning
Querführung	
1)	Lane keeping assist
2)	Lane departure warning
3)	Lane change assist