

Was „sehen“ unsere Autos?

Von den Sinnesorgane des Menschen bis zum autonomen Fahren

Priv.Doz. Dr. Stefan Palkovits

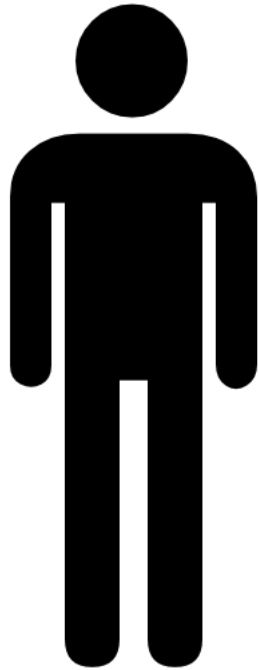
Übersicht

- Fahren oder Gefahren werden
- Was sehen unsere Augen?
- Was "sieht" das Auto?

Übersicht

- Fahren oder Gefahren werden
- Was sehen unsere Augen?
- Was "sieht" das Auto?

"Autofahren 2000"



Fahrer / Fahrerinn

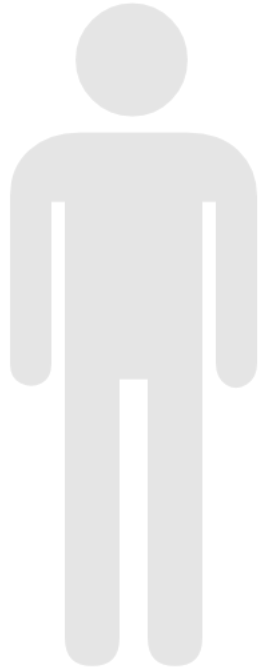
- Steuerung
- Sensoren
- Fähigkeiten
- Verantwortung
- Pflege



- Werkzeug / Maschine

Auto

“Autofahren 2030”



- Steuerung
- Sensoren
- Fähigkeiten
- Verantwortung
- Pflege

~~Fahrer / Fahrerinn~~

Passagier:inn

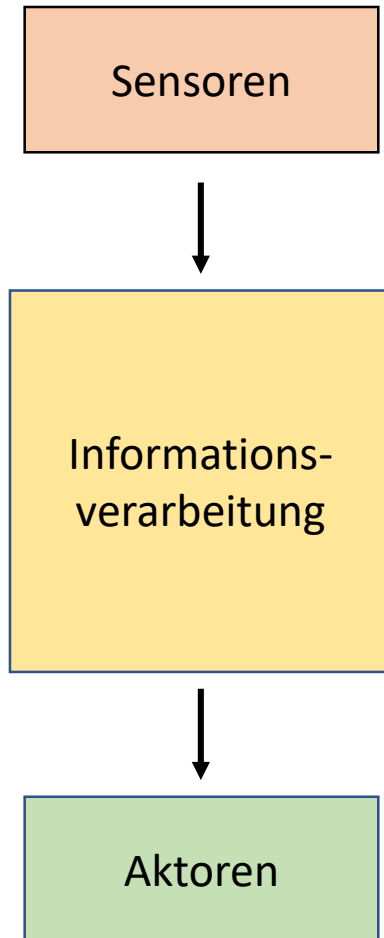


Autonomes Auto

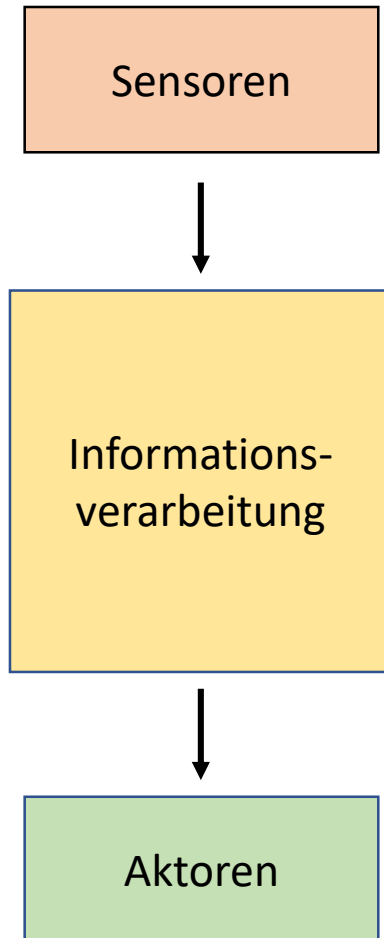


- Sehen – etwa 90%
- Hören
- Tastsinn
- Gleichgewichtssinn
- Geruch
- ~~Geschmack~~

Wie steuere ich mein Auto



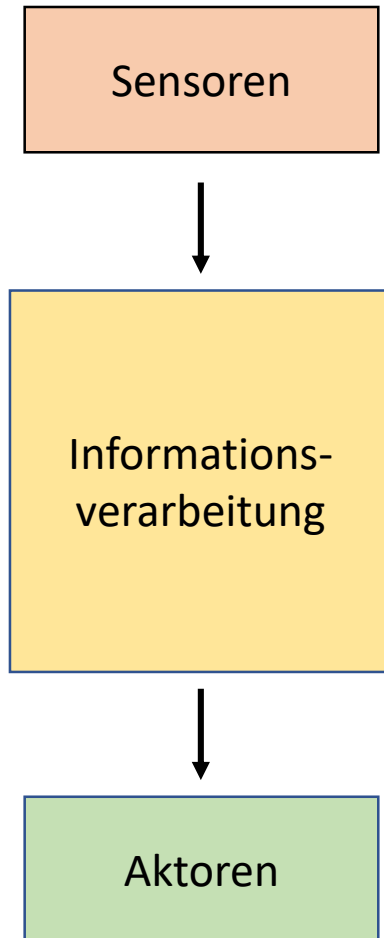
Wie steuere ich mein Auto



0,5 – 1,5s

- Augenerkrankungen
- Körperliche Beeinträchtigung
- Ablenkungen
- Handy
- Alkohol
- Körperliche Beeinträchtigung

Wie steuere ich mein Auto

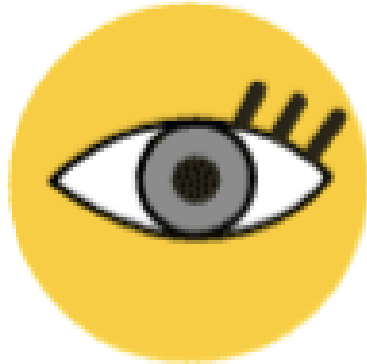


0,5 – 1,5s

- Augenerkrankungen
- Körperliche Beeinträchtigung
- Ablenkungen
- Handy
- Alkohol
- Körperliche Beeinträchtigung

Steuerung eines Autos

- Verlassen uns (im wesentlichen) auf einen Sinn



- Führerscheingesetz – Gesundheitsverordnung (Fassung 10.09.2021)
 - Sehschärfe (mit oder ohne Brille)
 - Gruppe 1 → beidäugig 0,5
 - Gruppe 2 → 0,8 und 0,1

- Führerscheingesezt – Gesundheitsverordnung (Fassung 10.09.2021)

Sehvermögen

§ 7. (1) Alle Bewerber um eine Lenkberechtigung müssen sich einer Untersuchung unterziehen, um festzustellen, dass sie einen für das sichere Lenken von Kraftfahrzeugen ausreichenden Visus (Abs. 2 Z 1) haben. Diese Untersuchung hat auch eine grobe Überprüfung des Gesichtsfeldes (Abs. 2 Z 2) zu umfassen. In Zweifelsfällen ist der Bewerber von einem Facharzt für Augenheilkunde und Optometrie zu untersuchen. Die in Abs. 2 Z 3 und 4 genannten Kriterien sowie andere Störungen der Sehfunktion, die ein sicheres Fahren in Frage stellen können sowie das Vorliegen fortschreitender Augenkrankheiten sind bei dieser Untersuchung nicht einzeln zu untersuchen. In Zweifelsfällen oder beim Verdacht auf Vorliegen fortschreitender Augenerkrankungen ist der Bewerber von einem Facharzt für Augenheilkunde und Optometrie zu untersuchen.

(2) Das im § 6 Abs. 1 Z 6 angeführte mangelhafte Sehvermögen liegt vor, wenn nicht erreicht wird

1. ein Visus mit oder ohne Korrektur

a) für das Lenken von Kraftfahrzeugen der Gruppe 1 beim beidäugigen Sehen von mindestens 0,5

b) für das Lenken von Kraftfahrzeugen der Gruppe 2 von mindestens 0,8 auf einem Auge und von mindestens 0,1 auf dem anderen;

2. ein beidäugiges Gesichtsfeld

a) für das Lenken von Kraftfahrzeugen der Gruppe 1 mit Außengrenzen von horizontal mindestens 120 Grad, davon rechts und links mindestens 50 Grad und nach oben und unten mindestens 20 Grad und ohne Ausfall im zentralen Bereich von 20 Grad Radius;

b) für das Lenken von Kraftfahrzeugen der Gruppe 2 mit Außengrenzen von horizontal mindestens 160 Grad, davon rechts und links mindestens 70 Grad und nach oben und unten mindestens 30 Grad und ohne Ausfall im zentralen Bereich von 30 Grad Radius;

3. die Freiheit von Doppelsehen, gegebenenfalls durch Abdeckung eines Auges oder durch optische Hilfsmittel;

4. ein ausreichendes Dämmerungssehen, ungestörte Blend- und Kontrastempfindlichkeit.

- Führerscheingesetz – Gesundheitsverordnung (Fassung 10.09.2021)

Hörvermögen

§ 9. Das in § 6 Abs. 1 Z 7 angeführte mangelhafte Hörvermögen liegt vor, wenn ohne Verwendung von Hörbehelfen nicht erreicht wird ein Hörvermögen bei beidohriger Prüfung

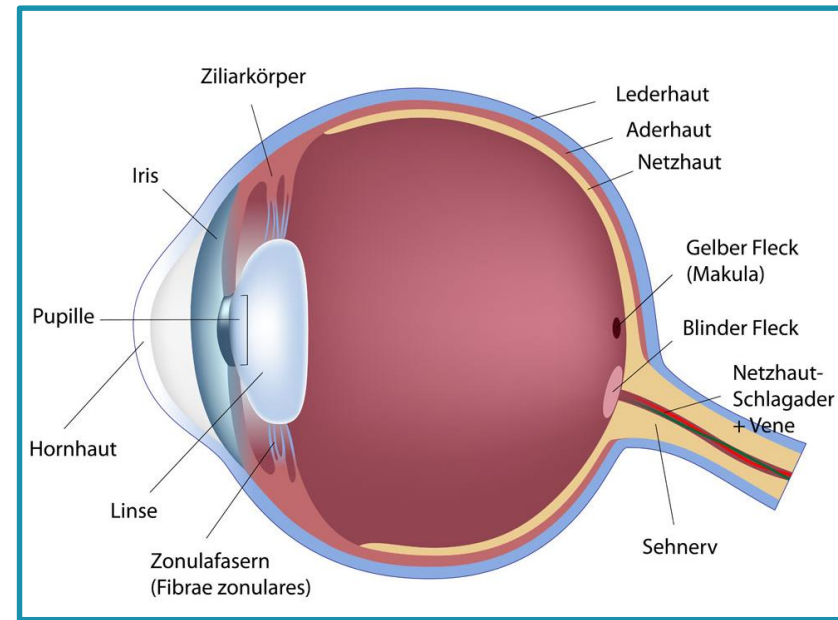
1. für das Lenken von Kraftfahrzeugen der Gruppe 1 für Konversationssprache auf eine Entfernung von mindestens 1 m,
2. für das Lenken von Kraftfahrzeugen der Gruppe 2 für Konversationssprache auf eine Entfernung von 6 m.

Übersicht

- Fahren oder Gefahren werden
- Was sehen unsere Augen?
- Was "sieht" das Auto?

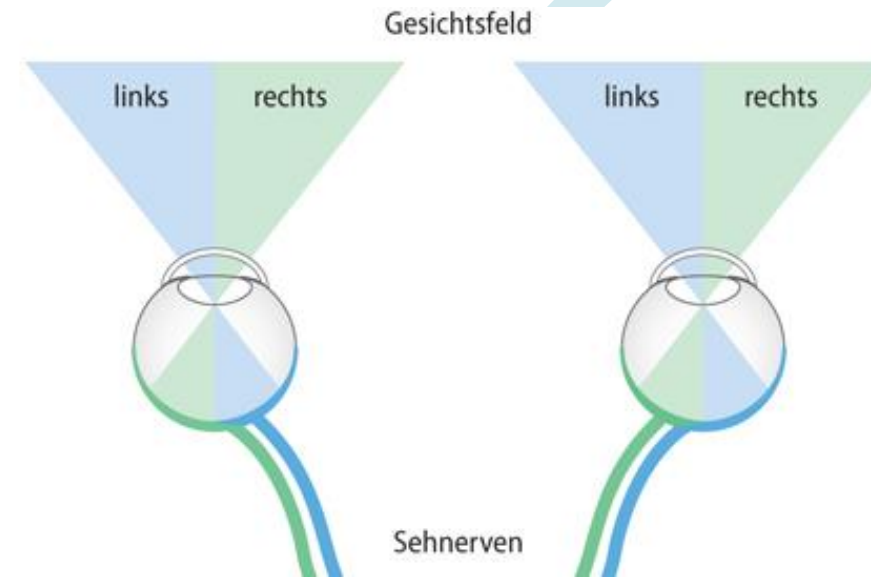
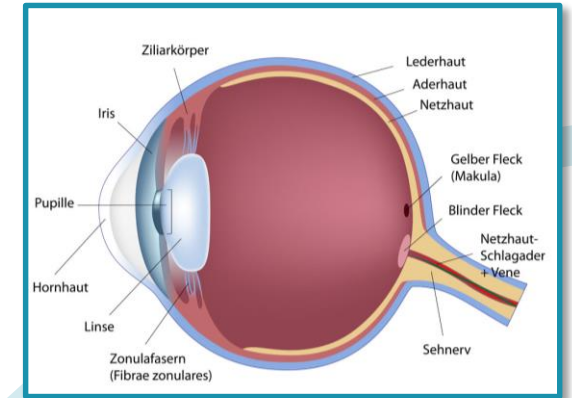
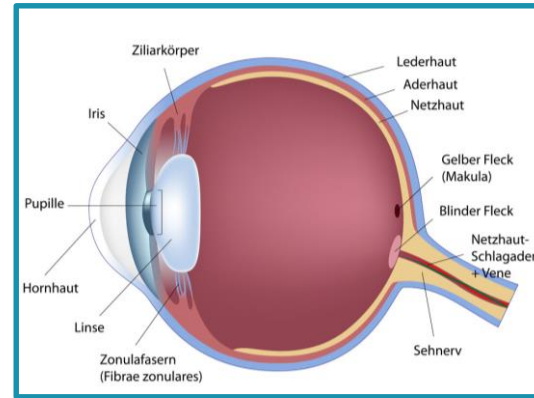
Das Auge

- Zentrale Sehschärfe
- Peripheres Sehen
- Gesichtsfeld
- Farbsehen
- Kontrastsehen
- Dämmerungssehen



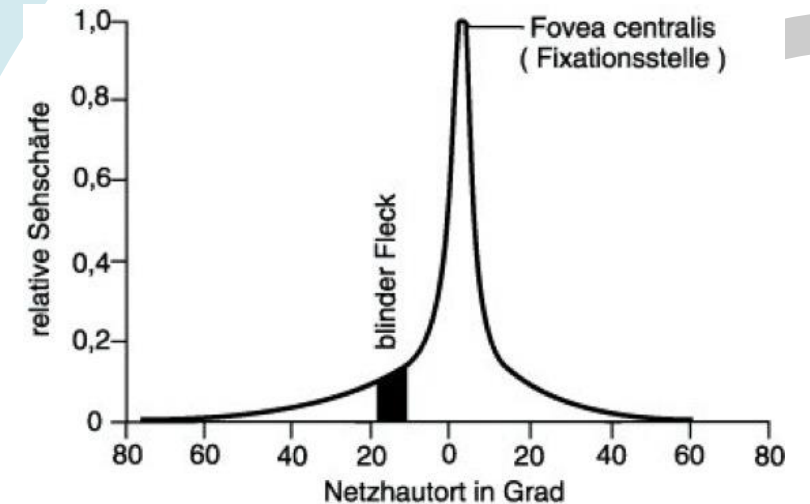
Das Auge

- Zentrale Sehschärfe
- Peripheres Sehen
- Gesichtsfeld
- Farbsehen
- Kontrastsehen
- Dämmerungssehen
- Stereosehen (3D Sehen)
- Tiefenschärfe
- Motilität der Augen

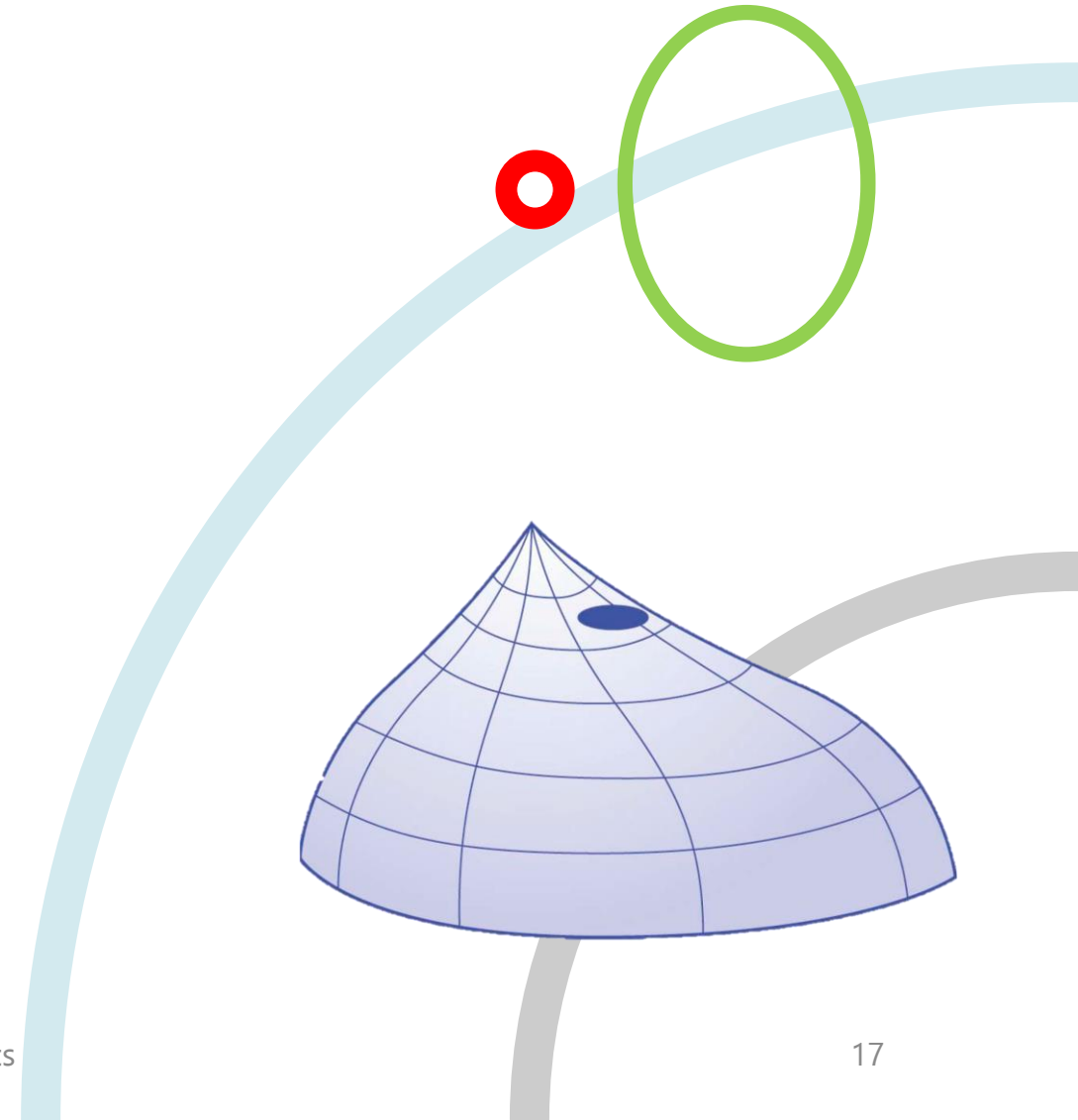


- Zentrale Sehschärfe

- Höchste Auflösung in der Fovea centralis (5°)
- 1 Bogenminute – „100% Sehleistung“
- Hochauflösende Information
 - Lesen von Straßenschildern
 - Details am Straßenrand und auf der Straße
- Nur ein kleiner Teil vom Gesichtsfeld !
 - Kopf und Augen müssen ständig bewegt werden



- Gesichtsfeld – Peripheres Sehen
 - Information im peripheren Gesichtsfeld
 - Straßenrand, parkende Autos
 - Bild dort jedoch unschärfer
 - Mehrere Photorezeptoren „zusammengeschlossen“
 - Empfindlichkeit nimmt mit Abstand zur Fovea ab
 - Erkennung von Bewegungen
 - „Hill of Vision“
 - Gesichtsfelduntersuchung



- Blickrichtung nach vorne
- Gesichtsfeld
 - T 100°, N 60°, S 40° I 65°
- Beidäugiges Sehen etwa 40°

- Rundumblick nicht möglich



3-S-Blick

- Rundumblick nicht möglich
- Innen und Außenspiegel
- Rückblick und Seitblick
 - deutlich eingeschränkt
- Spurwechsel
- Ausparken
- **Abbiegen!!**

- Rundumblick nicht möglich

60% der Kreuzungs und Abbiegeunfälle mit Verkehrsteilnehmern von links. (ADAC 2019)

- Verbessern den Rundumblick



- Augenerkrankungen

- Umgebungsbedingungen

Übersicht

- Fahren oder Gefahren werden
- Was sehen unsere Augen?
- Was "sieht" das Auto?

- Fünf Level der Automatisierung

1. Assistiertes Fahren
2. Teilautomatisiertes Fahren
3. Hochautomatisiertes Fahren

4. Vollautomatisiertes Fahren
5. Autonomes Fahren

Fahrer



Fahrsituation – Welche Aufgabe soll das System verwenden

- **Zwei genehmigte Systeme** (§§ 34 Abs. 6, 102 Abs. 3a und 3b des Kraftfahrzeuggesetzes 1967)
 - Einparken
 - Autobahnassistent - Spurhalteassistent
- **Anwendungsfälle für Testzwecke**
 - Automatisierter Kleinbus , Fahrzeug zur Personenbeförderung/Güterbeförderung
 - Autobahnpiilot mit Spurwechsel, Auf- und Abfahren
 - Selbstfahrendes Heeresfahrzeug
 - Automatisiertes Parkservice / Arbeitsmaschine

Was müssen unsere Autos für uns tun?

- Bremsen
- Beschleunigen
- Lenken
- Umgebung erkennen
- Navigieren
- Vernetzung / Überwachung



Was "sehen" unsere Autos?

- Frontkamera
 - Fahrspurassistent
 - Verkehrszeichenerkennung
 - Erkennung des Fahrbahnzustandes
- Umgebungssensoren
 - Ultraschall
 - Radar
 - Lidar



- Vermessung der Umgebung
- Objekterkennung

SENSOR FUSION: A COMPARISON OF SENSING CAPABILITIES OF HUMAN DRIVERS AND HIGHLY AUTOMATED VEHICLES

BRANDON SCHOETTLE



**SUSTAINABLE WORLDWIDE
TRANSPORTATION**

UNIVERSITY OF MICHIGAN

Was "sehen" unsere Autos?

Performance aspect	Human	AV		
		<i>Rad</i> ar	<i>Lid</i> ar	<i>Cam</i> era
Object detection	Good	Good	Good	Fair
Object classification	Good	Poor	Fair	Good
Distance estimation	Fair	Good	Good	Fair
Edge detection	Good	Poor	Good	Good
Lane tracking	Good	Poor	Poor	Good
Visibility range	Good	Good	Fair	Fair
Poor weather performance	Fair	Good	Fair	Poor
Dark or low illumination performance	Poor	Good	Good	Fair
Ability to communicate with other traffic and infrastructure	Poor	n/a	n/a	n/a

Was "sehen" unsere Autos?

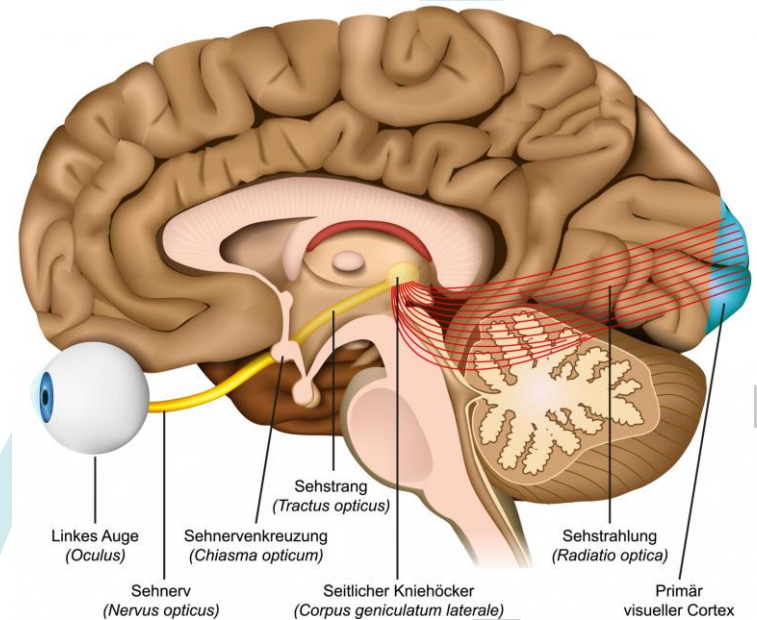
Dedicated Short Range Communication

Performance aspect	Human	AV			CV	CAV
		<i>Radar</i>	<i>Lidar</i>	<i>Camera</i>	<i>DSRC</i>	<i>CV+AV</i>
Object detection	Good	Good	Good	Fair	n/a	Good
Object classification	Good	Poor	Fair	Good	n/a	Good
Distance estimation	Fair	Good	Good	Fair	Good	Good
Edge detection	Good	Poor	Good	Good	n/a	Good
Lane tracking	Good	Poor	Poor	Good	n/a	Good
Visibility range	Good	Good	Fair	Fair	Good	Good
Poor weather performance	Fair	Good	Fair	Poor	Good	Good
Dark or low illumination performance	Poor	Good	Good	Fair	n/a	Good
Ability to communicate with other traffic and infrastructure	Poor	n/a	n/a	n/a	Good	Good

Was "sehen" unsere Autos?

Fahren oder gefahren werden

Aspect	Human	Machine/computer
Speed	Relatively slow	Fast
Power output	Relatively weak, variable control	High power, smooth and accurate control
Consistency	Variable, fatigue plays a role, especially for highly repetitive and routine tasks	Highly consistent and repeatable, especially for tasks requiring constant vigilance
Information processing	Generally single channel	Multichannel, simultaneous operations
Memory	Best for recalling/understanding principles and strategies, with flexibility and creativity when needed, high long-term memory capacity	Best for precise, formal information recall, and for information requiring restricted access, high short-term memory capacity, ability to erase information after use
Reasoning	Inductive and handles ambiguity well, relatively easy to teach, slow but accurate results, with good error correction ability	Deductive and does <i>not</i> handle ambiguity well, potentially difficult or slow to program, fast and accurate results, with poor error correction ability
Sensing	Large, dynamic ranges for each sense, multifunction, able to apply judgement, especially to complex or ambiguous patterns	Superior at measuring or quantifying signals, poor pattern recognition (especially for complex and/or ambiguous patterns), able to detect stimuli beyond human sensing abilities (e.g., infrared)
Perception	Better at handling high variability or alternative interpretations, ³ vulnerable to effects of signal noise or clutter	Worse at handling high variability or alternative interpretations, ³ also vulnerable to effects of signal noise or clutter



- Informationsverarbeitung
 - Computergestützt – hohe Datenmengen
 - Die Reaktionszeit kann von 1,6s auf 0,5s reduziert werden
 - Widersprüchliche Ergebnisse!
 - Hohe Variabilität!
 - Flexibilität und Kreativität gering
 - **Ethik !**

Was “sehen” unsere Autos?

- Autonome Autos „SEHEN“ wesentlich mehr !!
 - Hohe Datenmengen und Geschwindigkeiten
 - Erfassung von Daten außerhalb der menschlichen Sinne
 - Zusammenarbeit von mehreren Fahrzeugen und Sensoren
- Können autonome Autos diese Daten verarbeiten und die richtigen Entscheidungen treffen?

Vielen Dank!

Priv.Doiz. Dr. Stefan Palkovits
www.palkovits.at
office@palkovits.at