

# Digitale Bildverarbeitung

DHBW Stuttgart, Vorlesung „Computergraphik und Bildverarbeitung“

## Praktische Übung

# Projekte in dieser Vorlesung

Automotive

## Spurerkennung



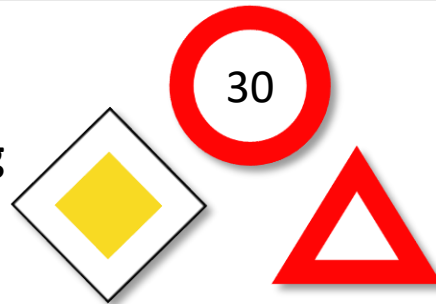
Farbräume

Bildanalyse (Morphologische Verfahren, Merkmalsextraktion, Kanten- und Flächenbestimmung)

Histogramme

Segmentierung

## Verkehrszeichenerkennung



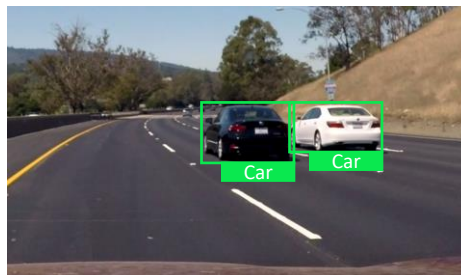
Farbräume

Kontrastverstärkung

Histogramme

Klassifizierung, Objekterkennung

## Objekterkennung



Operationen im Ortsbereich (lokale Operatoren, Faltungsfilter)

Segmentierung

Optischer Fluss

Klassifizierung, Objekterkennung



**KENNE DEIN  
WARUM**



**ÜBERFORDERE  
DICH NICHT**



**HABE DAS  
RICHTIGE  
UMFELD**

# Projektziele

- Spaß!
- Neue Erfahrungen im Kontext Bildverarbeitung
- Wecken des langfristigen Interesses

## 6 WEGE, WIE DU **MOTIVIERT** BLEIBST



**KENNE DEINEN  
SCHMERZPUNKT**



**HABE FESTE  
ZIELE**



**TRACKE DEINEN  
FORTSCHRITT**

# Projektübersicht: Spurerkennung

## Spurerkennung



Farbräume

Histogramme

Bildanalyse (Morphologische  
Verfahren, Merkmalsextraktion,  
Kanten- und Flächenbestimmung)

Segmentierung

- Auteilung der Note
  - 70 % Programm inkl. Quellcodes und Kommentare
    - Kommentare müssen sinnvoll eingesetzt werden
    - bedeutungsvolle Namensgebung für Variablen
    - gern Python-Bibliothek Sphinx verwenden (<https://www.sphinx-doc.org/>)
  - 30 % Dokumentation (mögliche Formate Word, Powerpoint, Markdown)
    - Gewählte Vorgehensweise
      - Warum haben Sie sich für die gewählte Vorgehensweise entschieden?
      - Welche Alternativen gab es?
    - Dokumentation und Diskussion der Ergebnisse
      - Welche Probleme traten auf? Welche Lösungswege haben Sie verfolgt?
    - Lessons Learned
      - Was nehmen Sie aus dem Projekt für sich mit?
    - Ausblick
      - Welche Probleme konnten Sie im Rahmen des Projektes nicht behandeln?

Curv.: 3277.40, 1998.36, Dev.: -0.01





# Projektübersicht: Spurerkennung

## Spurerkennung



Farbräume

Histogramme

Bildanalyse (Morphologische  
Verfahren, Merkmalsextraktion,  
Kanten- und Flächenbestimmung)

Segmentierung

## Mindestanforderungen (entspricht der Note 2,0)

- **Segmentierung des Bildes:** schränken Sie das Bild auf den Bereich ein, in dem sich die Spurmarkierungen befinden
- **Vorverarbeitung:** Führen Sie eine Kamerakalibrierung (für Udacity-Bildquellen) und die Perspektivtransformation durch
- **Farbräume, Histogramme:** erkennen Sie die Spurmarkierungen in den Farben der angegebenen Quellen  
Falls weitere Spurmarkierungen auf dem Bild gefunden werden, müssen die der eigenen Fahrspur priorisiert werden
- **Allgemeines:** Die Verarbeitung von Bildern muss in Echtzeit stattfinden --> Ziel: > 20 FPS für reine Verarbeitung ohne Anzeige) → Prozessor, Grafikkarte, Arbeitsspeicher
- **Allgemeines:** Beschleunigen Sie die Verarbeitung durch weitere Maßnahmen (bspw. Erkennung der Spurmarkierung in den ersten Frames, Tracking der Spurmarkierung in weiteren Frames solange, bis sich Spurmarkierungspositionen zu stark ändern) → mind. eine Maßnahme im Projekt verwenden
- **Curve / Polynom Fitting:** Erkennen Sie die Krümmung der Fahrspur und geben Sie diese im Ausgabebild aus  
Krümmung muss nicht auf Straßenkrümmung umgerechnet werden!
- **Allgemeines:** relevante Spurmarkierungen werden in den Udacity-Bildern und im Video „project\_video“ durchgehend erkannt

# Projektübersicht: Spurerkennung

## Spurerkennung



Farbräume

Histogramme

Bildanalyse (Morphologische  
Verfahren, Merkmalsextraktion,  
Kanten- und Flächenbestimmung)

Segmentierung

## Zusatzaufgaben (jeweils – 0,33 → Mindestanforderungen + 3x Zusatzaufgaben = 1,0)

- relevante Spurmarkierungen werden im Video "challenge\_video" oder "harder\_challenge\_video" (nahezu) durchgehend erkannt (sowohl „challenge\_video“ als auch „harder\_challenge\_video“ werden als Zusatzaufgabe gewertet)
- relevante Spurmarkierungen werden auf den Datensatz KITTI angewendet. Welche Anpassungen müssen vorgenommen werden, damit Ihr Algorithmus übertragen werden kann?
- erkennen Sie Objekte im Bild und visualisieren Sie diese (z.B. weitere Fahrzeuge, Motorräder, etc.)  
Die Objekterkennung bitte so implementieren, dass sie deaktivierbar ist und nicht in FPS-Berechnung einzahlt.
- nutzen Sie alternative Möglichkeiten der Spurerkennung (z.B. mit Neuronalen Netzen)
- ergänzen Sie Ihren Algorithmus um eine Kennzeichenerkennung inkl. Texterkennung
- Gerne können Sie eigene Zusatzaufgaben zur Verbesserung Ihres Algorithmus einführen. (Aufwand sollte vergleichbar sein zu o.g. Punkten).
- **Alle durchgeführten Aufgaben müssen dokumentiert, kommentiert und abgegeben werden.**

# Projektübersicht: Spurerkennung

## Spurerkennung



Farbräume

Histogramme

Bildanalyse (Morphologische  
Verfahren, Merkmalsextraktion,  
Kanten- und Flächenbestimmung)

Segmentierung

**Zusatzaufgabe Android (- 0,7 → Mindestanforderungen + 1x Zusatzaufgaben + Android-Portierung = 1,0)**

- entwickelter Algorithmus wurde auf Android übertragen
- Dokumentation der erkannten Fahrspuren
- Diskussion über die Herausforderungen bei der Portierung der Python-Umsetzung mit der Java-Umsetzung
- **Alle durchgeführten Aufgaben müssen dokumentiert, kommentiert und abgegeben werden.**



# Projektübersicht: Spurerkennung

- Erwartete Abgabe
  - Quellcodes inkl. Kommentare
    - Jupyter Notebook o.ä. zur prototypischen Implementierung
    - Python / Java / C++ Quellcode zur performanten Implementierung
    - Android Studio Quellcode
    - Bilder und Videos inkl. erkannter Linien und Objekte
  - Dokumentation
    - Word, Powerpoint, Markdown

# Projektübersicht: Spurerkennung

- 12x Gruppen, Vorstellung am 12.12. pro Gruppe:
  - 7 Minuten Projektvorstellung (Live-Vorstellung, Methoden, Vorgehen, Probleme)
  - 3 Minuten offene Fragen aus der Gruppe
- Visualisierung **nicht** in Zeitmessung einfließen lassen

# Anforderung an eigene Projekte

- Datensätze müssen zum Nachweis der Performance verfügbar sein
- Performance muss auf Basis der Datensätze und weiterer Publikationen vorliegen → Vergleichbarkeit
- Digitale Bildverarbeitung muss zum Einsatz kommen  
→ nicht ausschließlich Bildklassifikation durch NNs

# Weitere Projektmöglichkeit: Ampelerkennung

- Ampelerkennung
  - Erkennung der Ampelposition(-en) im Bild
  - Erkennung der jeweiligen Ampelphase
  - Datenbank #1: [Bosch Small Traffic Lights Dataset | Kaggle](#)
  - Publikation #1: [A deep learning approach to traffic lights: Detection, tracking, and classification | IEEE Conference Publication | IEEE Xplore](#)
  - Publikation #2: [\(PDF\) Traffic Light Recognition using Image Processing Compared to Learning Processes \(researchgate.net\)](#)
  - Scripts #1: [bosch-ros-pkg/bstld: Sample scripts for the Bosch Small Traffic Lights Dataset \(github.com\)](#)
  - Datenbank #2: [LISA Traffic Light Dataset | Kaggle](#)
  - Datenbank #3: [DriveU Traffic Light Dataset - Universität Ulm \(uni-ulm.de\)](#)
  - Scripts #3: [julimueller/dtld\\_parsing: Scripts for loading and visualizing the DriveU Traffic Light Dataset \(DTLD\) \(github.com\)](#)

# Projekt Ampelerkennung

- Mindestanforderungen (2,0)
  - Ampelerkennung TP-Rate  $> 80\%$ , FP-Rate  $< 10\%$
  - Anwendung auf existierende Bilddatenbank
  - Laufzeit  $> 20$  fps
- Zusatzaufgaben (jeweils – 0,33)
  - Verbessern Sie die Performance um  $10\%$  (TP-Rate  $> 90\%$  und FP-Rate  $< 10\%$  oder TP-Rate  $> 85\%$  und FP-Rate  $< 5\%$ )
  - Erkennen Sie weitere Objekte im Bild (Fahrzeuge, Motorräder, ...)
  - Erkennen Sie Kennzeichen im Bild inkl. Texterkennung
  - Erkennen Sie Fahrspuren im Bild
- Zusatzaufgabe Android (-0,7)
  - Portieren Sie Ihren Algorithmus auf Android

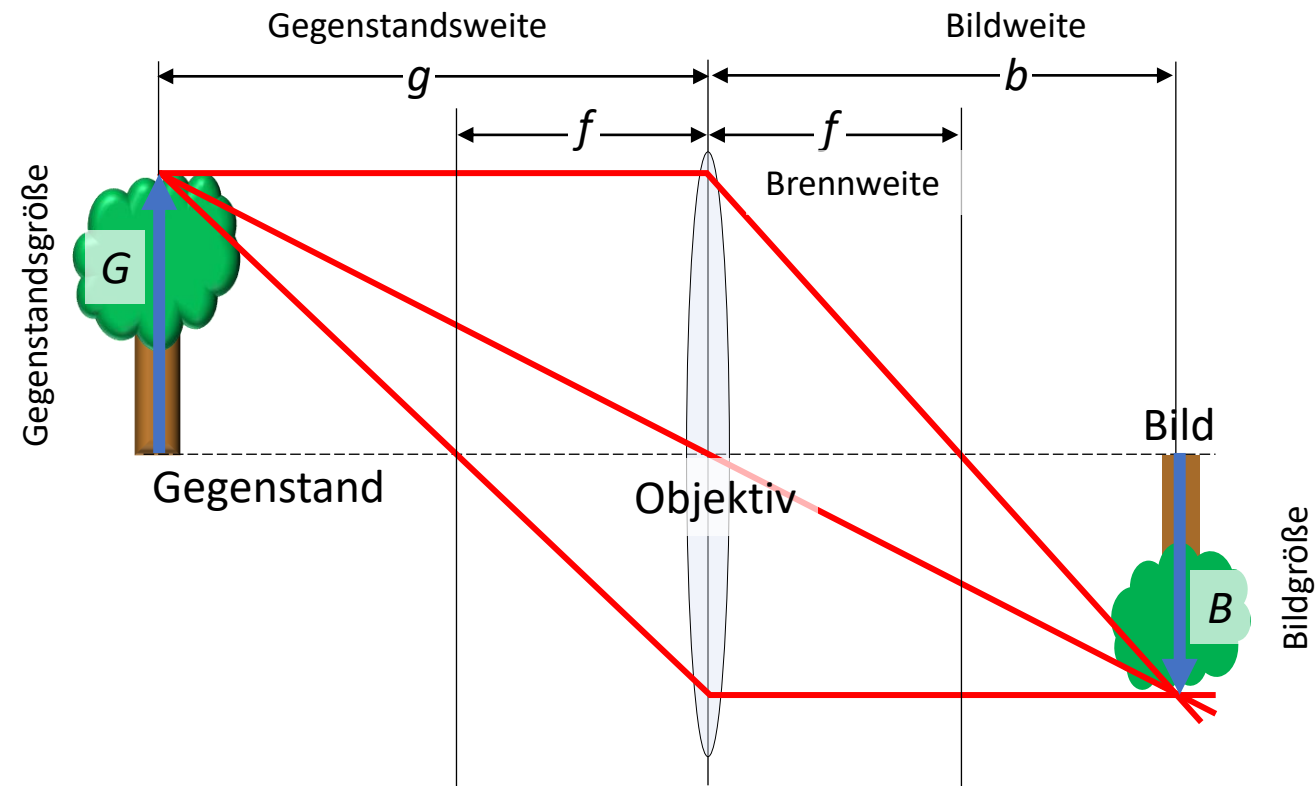
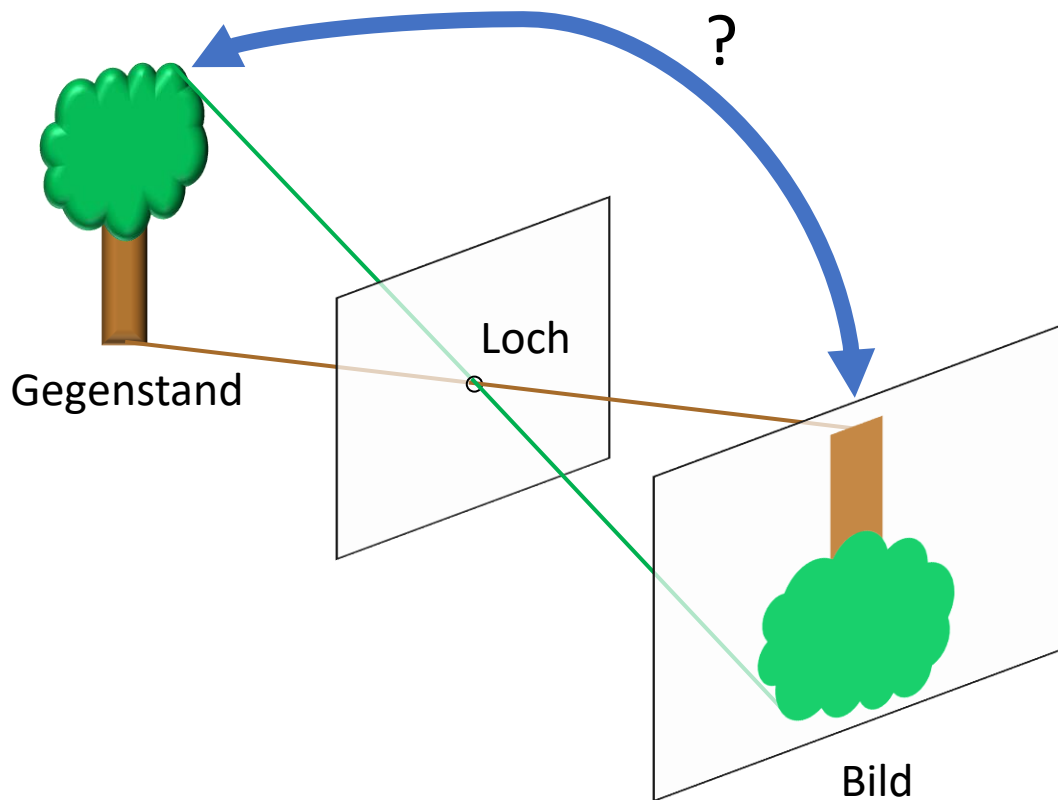
# Projekt Kennzeichenerkennung

- tbd



# Exkurs 1: Kamerakalibrierung

siehe eigene PDF

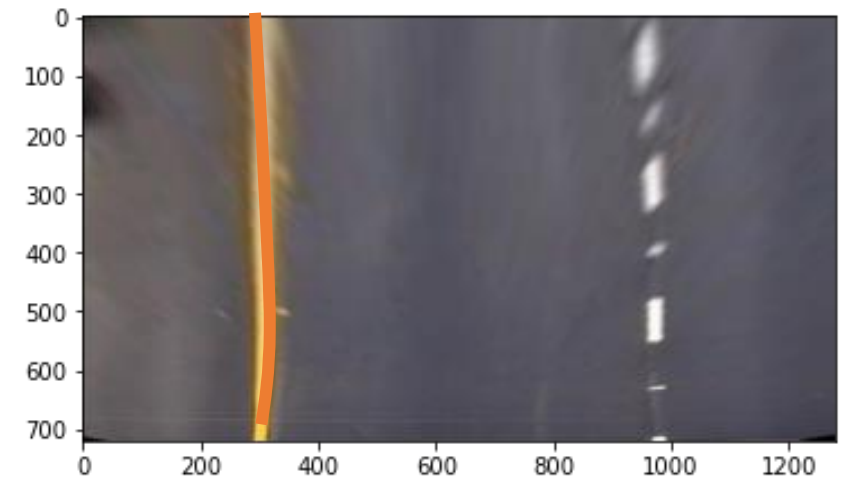


# Exkurs 2: Perspektivtransformation

- Krümmung der Linien im ursprünglichen Kamerabild entspricht nicht der realen Fahrspurkrümmung  
→ Perspektivtransformation in Vogelperspektive

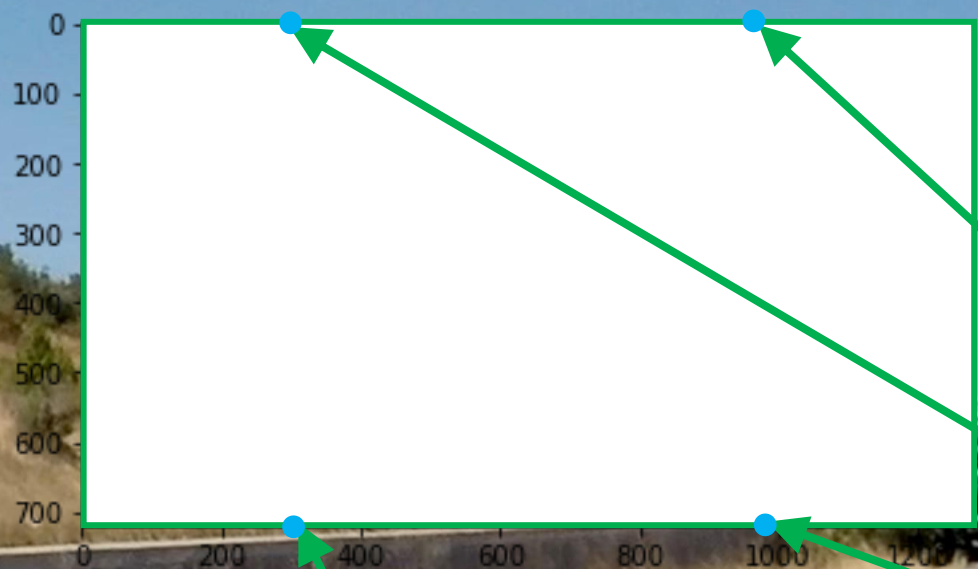


$$\begin{pmatrix} t_i u_i' \\ t_i v_i' \\ t_i \end{pmatrix} = A \begin{pmatrix} u_i \\ v_i \\ 1 \end{pmatrix}$$





# Perspektivtransformation



1. Ermitteln Sie 4x Punkte auf dem Bild, die nach der Transformation in einer rechteckigen Beziehung zueinander stehen
2. Definieren Sie die 4x Zielpunkte, an denen die zu transformierenden Punkte nach der Projektion sein sollen

ID	Original		Transformiert	
1	598	448	300	0
2	684	448	980	0
3	1026	668	980	720
4	278	668	300	720