

GüselStar XXI

Morphologischer Kasten

Autoren:

Patrizio Brantschen
Stefan Häfliger
Tobias Kreienbühl
Joël Meloni
Silvan Ritz
Lars Walther
Adrian Würsch

Team-Coach:
Jürg Habegger

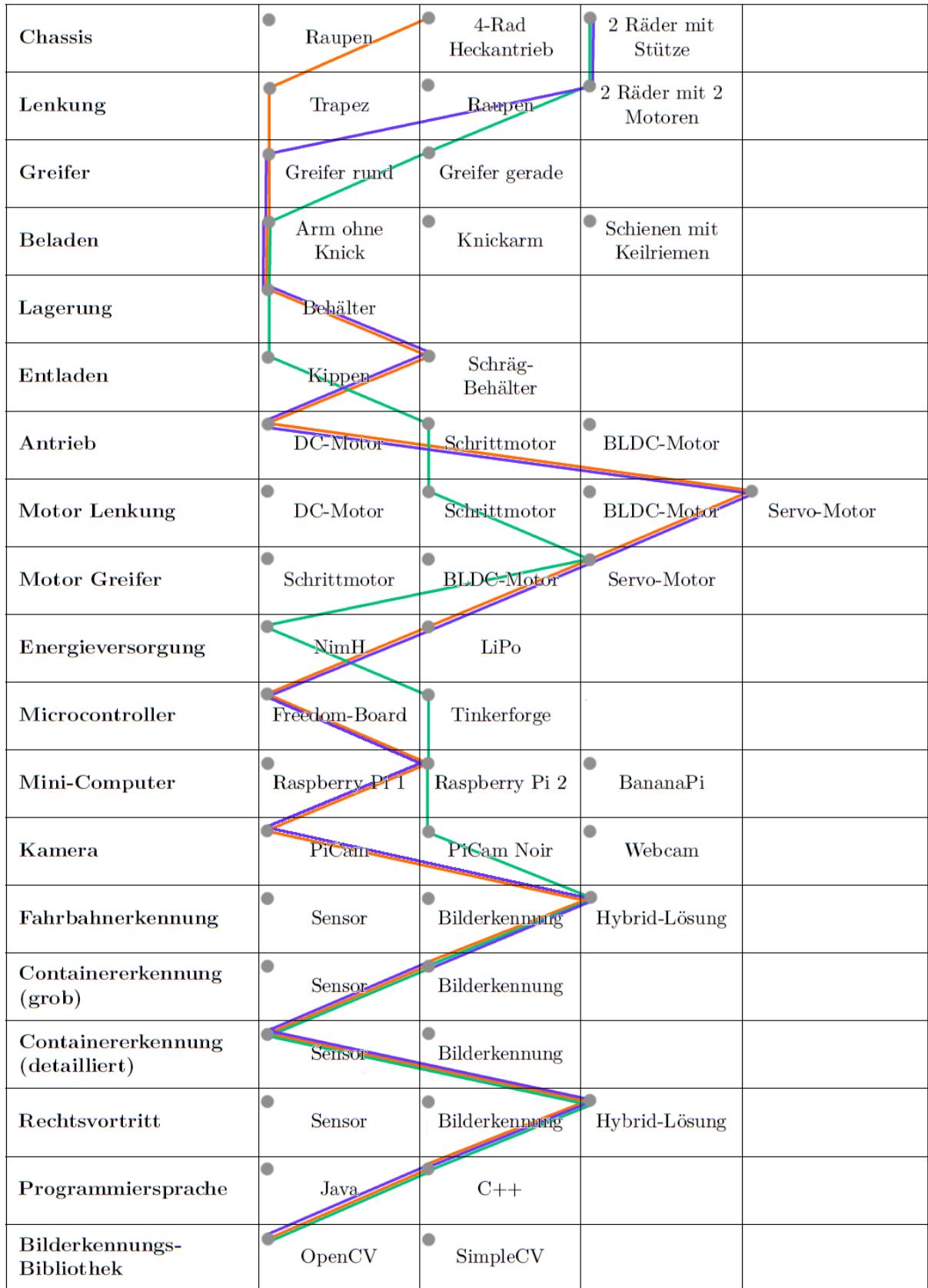


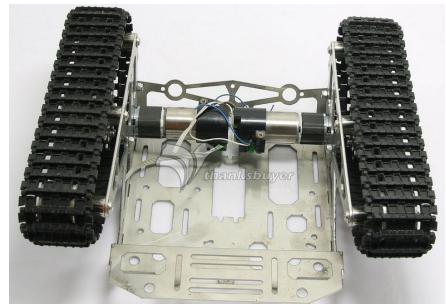
Abbildung 1: Morphologischer Kasten

1 Chassis

1.1 Raupen



(a) 1.Situation: Modell (Quelle: www.slowine-tech.de)



(b) 2. Situation: Ansicht von unten
(Quelle: <http://www.sainsmart.com/>)

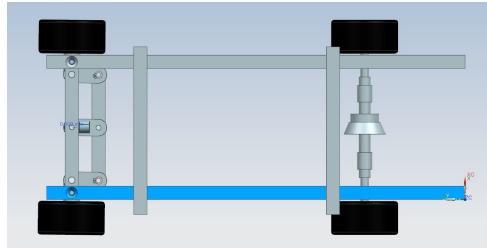
Abbildung 2: Raupenfahrzeug

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> Lenkung sehr einfach Realisierbar Technische Umsetzung einfach Viele Beispiele im Internet verfügbar Selbe Motoren für die Lenkung und den Antrieb 	<ul style="list-style-type: none"> Schwerpunkt muss in der Mitte der Raupen sein Längsärmter als Räder evtl. Schlupf zwischen Raupe und antrieb eher für Geländefahrten geeignet Drehpunkt der Lenkung in der Mitte der Raupen gute Modellraupen sind teuer

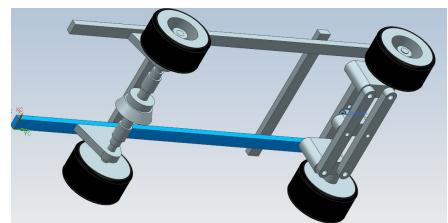
Risiken

- Der Schwerpunkt, sollte für eine gute Lenkung, in der Mitte der Raupen und auf beide Raupen gleichmäßig verteilt sein.
- Das finden von geeigneten Modellraupen mit unseren abmassen, könnte sich schwieig gestalten.

1.2 4-Rad Heckantrieb



(a) 1.Situation: Ansicht von oben

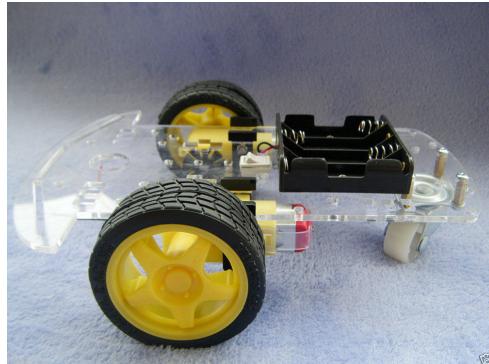


(b) 2. Situation: Ansicht von unten

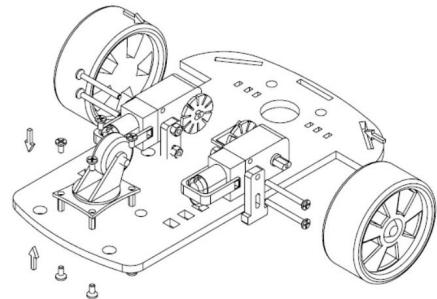
Abbildung 3: 4-Rad mit Heckantrieb

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> • Viel genutztes Prinzip im Modellbau • Viele Vorlagen im Internet • Klare Trennung zwischen Antrieb und Lenkung • sehr Stabil 	<ul style="list-style-type: none"> • Für den Heckantrieb ist ein Differential notwendig • Es muss eine Lenkung eingebaut werden • Regelung der Lenkung ist aufwendig
Risiken	
<ul style="list-style-type: none"> • Ist das Fahrzeug zu lang, könnte man in der Kurve mit den Hinterrädern die Fahrbahn verlassen. • Die Lenkung könnte zu unpräzise sein. 	

1.3 2-Rad mit Stützen



(a) 1.Situation: Modell (Quelle: www.sainsmart.com)



(b) 2. Situation: Technische Zeichnung (Quelle: www.sainsmart.com)

Abbildung 4: 2-Rad Modell

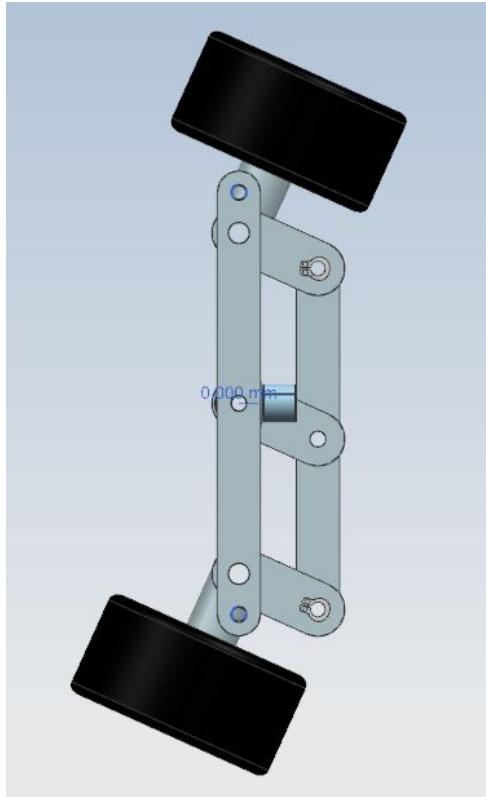
Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> • Einfache Lenkung • Selber Motor für Antrieb und Lenkung • sehr wendig • technisch einfach Realisierbar 	<ul style="list-style-type: none"> • Stabilität eher gering • Motoren müssen sehr genau sein • Grösse der Motoren für einen geeigneten Antrieb

Risiken

- Bei einem 2-Rad Modell ist die Stabilität, dass grösste Problem. Beim aufladen des Containers könnte das Fahrzeug kippen.
- Wenn die Antriebsräder in der Mitte montiert sind, braucht man Vorne und Hinten eine Stützrad oder eine Stützkugel. Diese könnten grössere Reibungskräfte verursachen.

2 Lenkung

2.1 Trapez



(a) 1.Situation: CAD-Modell

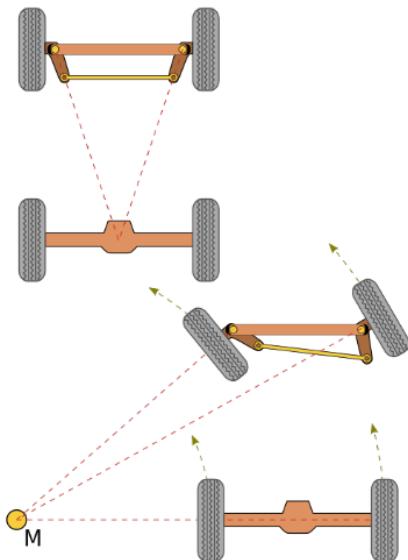
(b) 2. Situation: Trapezlenkung (Quelle: <http://www.portmanns.ch/Repetition/Fahrwerk/Lenkung.html>)

Abbildung 5: Trapezlenkung

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> • Konventionelle oft verwendete Lenkung für PWS • Berechnungen für Lenkgeometrie im Internet • Viele reale Beispiele als Vorlag 	<ul style="list-style-type: none"> • Herstellung relativ aufwändig • Kamera ist in der Kurve nicht 90 Grad zur Strecke

Risiken

- Die Lenkung könnte zu unpräzise sein um einen genauen Abstand zum Trottoir zu halten.

2.2 Raupen

Im Kapitel 1.1 wurden die Variante Raupen bereits beschrieben.

2.3 2 Räder mit 2 Motoren

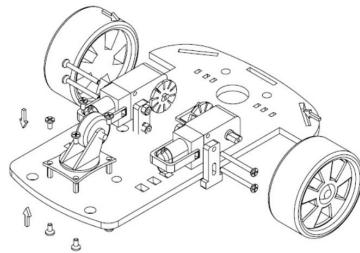


Abbildung 6: 2-Rad mit Stützen (Quelle:www.sainsmart.com)

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> • Wendig • Kamera 90 Grad zur Strecke • Vorwissen für die Regelung durch MC-Modul an der HSLU • Konstruktiv einfach realisierbar 	<ul style="list-style-type: none"> • geringe Stabilität • Motoren müssen sehr genau sein • aufwändige Regelung

Risiken

- Bei einem 2-Rad Modell ist die Stabilität ein Problem. Beim aufladen des Containers könnte das Fahrzeug kippen.
- Wenn die Antriebsräder in der Mitte montiert sind, braucht man Vorne und Hinten eine Stützrad oder eine Stützkugel. Diese könnten grössere Reibungskräfte verursachen.

3 Greifer

3.1 Greifer rund

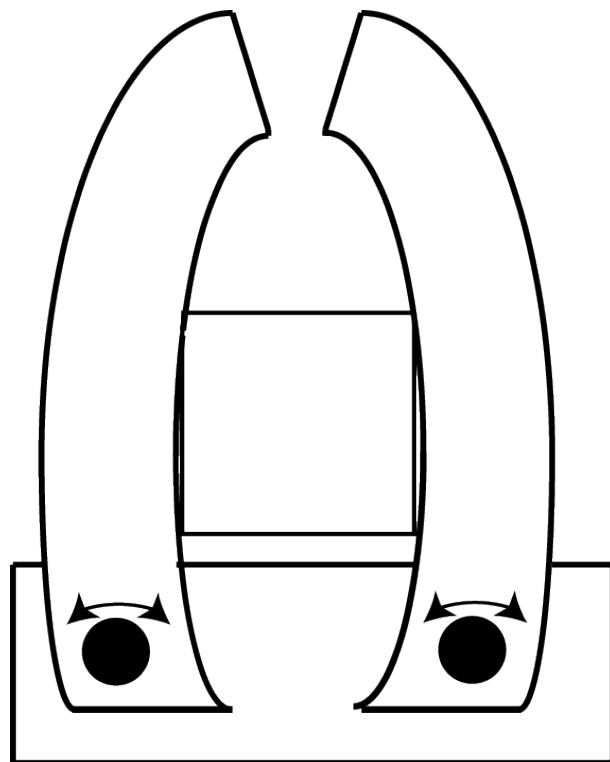


Abbildung 7: runder Greifer

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> • 2 Auflagepunkte am Container • Mit Zahnradübersetzung ist das Schliessen/-Öffnen mit einem Motor möglich • keine Sensoren nötig um Schliessvorgang zu bestätigen • Automatische Zentrierung 	<ul style="list-style-type: none"> • Auf beiden Seiten hohe bzw. 2 Greiferbacken nötig um Stabilität zu garantieren • wenig Platz um Motor zu befestigen
Risiken	

- Breitenbegrenzung überschreiten wegen der Länge des Greifers

3.2 Greifer gerade

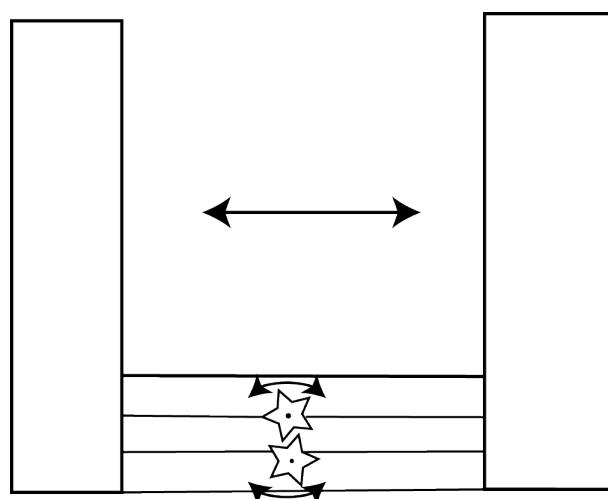


Abbildung 8: gerader Greifer

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> • grosse Auflagefläche für Container • Mit Zahnradübersetzung nur ein Motor zum Schliessen/Öffnen nötig 	<ul style="list-style-type: none"> • sehr breiter Greifer bei unpräziser Positionierung nötig • aufwändige Führung • hohes Gewicht • wenig Platz für Motor
Risiken	

- Stabilität des Greifer fraglich
- Motorenüberlastung

4 Beladen

4.1 Arm ohne Knick

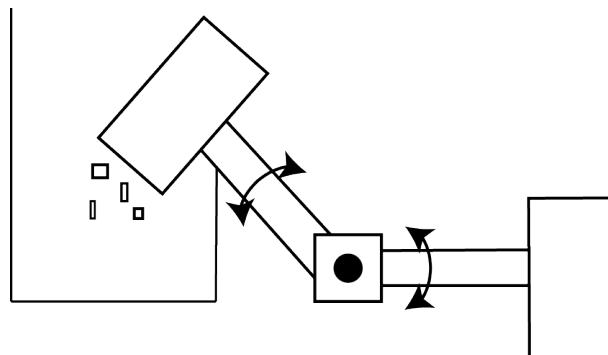


Abbildung 9: Arm ohne Knick

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> • nur ein Motor nötig für die gesamte Funktion • simple Lösung • komplette Entladung ohne Probleme möglich 	<ul style="list-style-type: none"> • keine
Risiken	

- Länge von Drehgelenk zu Greifer Ende muss optimal gewählt werden
- zu hohe Motorbelastung

4.2 Knickarm

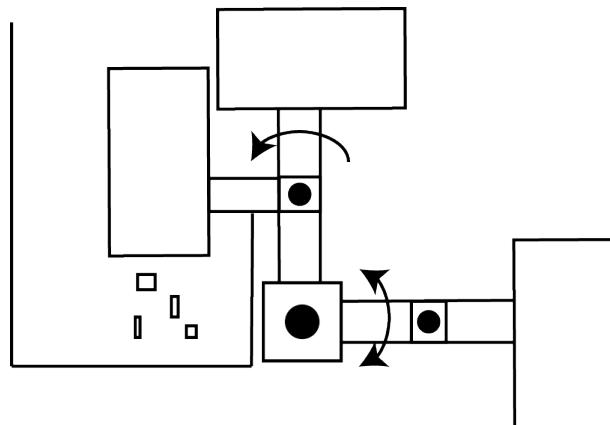


Abbildung 10: Knickarm

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none">• Kompakte Bauweise (weniger breit als vorherige Variante)• Entladung einfach möglich	<ul style="list-style-type: none">• 2 Motoren notwendig• aufwändiger Bewegungsablauf
Risiken	
<ul style="list-style-type: none">• zu frühes knicken (Schüttgut landet nicht in Behälter)	

5 Lagerung

5.1 Behälter

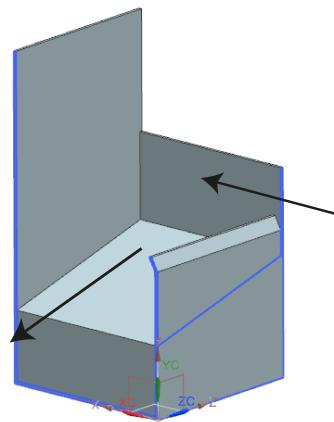


Abbildung 11: Auffangbehälter, Schüttgutfluss mit Pfeilen angezeigt

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none">• keine elektrischen Komponenten notwendig• vorgegebener Weg des Schüttguts	<ul style="list-style-type: none">• maximale Höhe wird ausgenutzt• aufwendiges Bauteil
Risiken	
<ul style="list-style-type: none">• Verschütten	

6 Entladen

6.1 Kippen

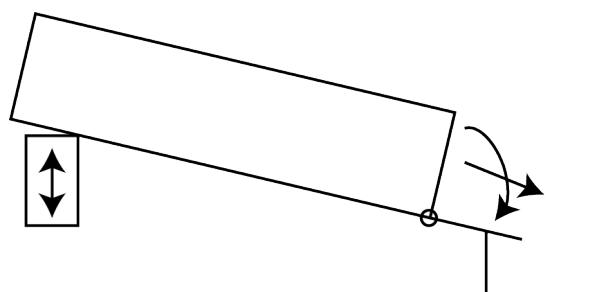


Abbildung 12: Kippen

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none">• Kippwinkel kann eingestellt werden• Problemloses abladen des Schüttgutes	<ul style="list-style-type: none">• Motor für Kippen notwendig• Drehgelenk an Entladebehälter notwendig
Risiken	
<ul style="list-style-type: none">• unpräzises Anfahren des Abladebehälters	

6.2 Schrägbehälter

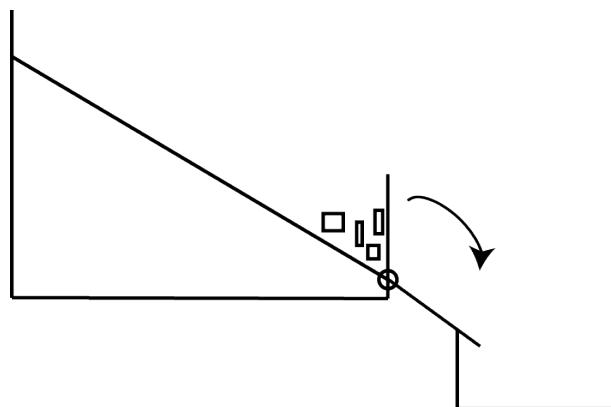


Abbildung 13: Kippen

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none">• Klappe öffnen als einzige Funktion• einfacher Aufbau	<ul style="list-style-type: none">• Klappe muss nach Einladen noch ins Zielfeld gebracht werden
Risiken	
<ul style="list-style-type: none">• nicht vollständige Entladung	

7 Antrieb

7.1 DC-Motor



Abbildung 14: DC-Motor (Quelle: <http://www.mind.ilstu.edu/>)

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none">• Niedriger Anschaffungspreis• Simpel in der Handhabung• Gut geeignet für permanente Drehung	<ul style="list-style-type: none">• Extra Regelung notwendig• Nur bedingt präzise• Hohe Wärmeentwicklung
Risiken	

- Könnte für exaktes Arbeiten (z.B sofortiges Bremsen) zu ungenau sein.

7.2 Schrittmotor

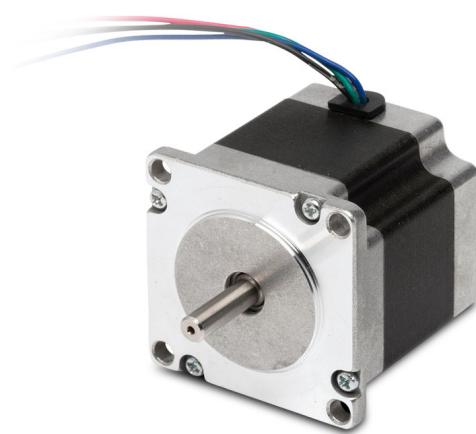


Abbildung 15: Schrittmotor (Quelle: <http://www.pollin.de/shop/index.html>)

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none">• Niedriger Anschaffungspreis• Genaue Positionsrückmeldung ohne Sensoren• Exakte Drehung/Kontrolle	<ul style="list-style-type: none">• Hohe Wärmeentwicklung• Hohe Betriebsspannung
Risiken	

- Könnte bei zu langem permanentem Gebrauch Schaden nehmen.

7.3 BLDC-Motor

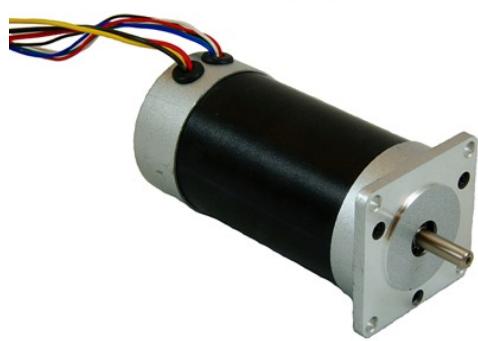


Abbildung 16: BLDC-Motor (Quelle: <http://www.ti.com/tool/hvbldcmtr>)

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> • Niedriger Anschaffungspreis • Lange Lebensdauer • Hohe Drehzahlen möglich • Hoher Wirkungsgrad 	<ul style="list-style-type: none"> • Extra Regelung notwendig • Nur bedingt präzise
Risiken	

- Könnte für exaktes Arbeiten (z.B sofortiges Bremsen) zu ungenau sein.

8 Motor Lenkung

8.1 DC-Motor

Im Kapitel 7.1 wurde die Variante DC-Motor bereits beschrieben.

8.2 Schrittmotor

Im Kapitel 7.2 wurde die Variante Schrittmotor bereits beschrieben.

8.3 BLDC-Motor

Im Kapitel 7.3 wurde die Variante BLDC-Motor bereits beschrieben.

8.4 Servo-Motor



Abbildung 17: Servo-Motor (Quelle: <http://www.sachsendreier.com/asw/clernen/servo/servo.html>)

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> • Sehr präzise • Sehr hoher Wirkungsgrad 	<ul style="list-style-type: none"> • Komplexe Ansteuerung • Hoher Anschaffungspreis • Hat einen begrenzten Drehwinkel • Relativ empfindlich
Risiken	

- Erhötes Risiko, dass der Motor bei Versuchen Schaden nimmt.

9 Motor Greifer

9.1 Schrittmotor

Im Kapitel 7.2 wurde die Variante Schrittmotor bereits beschrieben.

9.2 BLDC-Motor

Im Kapitel 7.3 wurde die Variante BLDC-Motor bereits beschrieben.

9.3 Servo-Motor

Im Kapitel 8.4 wurde die Variante Servo-Motor bereits beschrieben.

10 Energieversorgung

10.1 Nickel-Metallhydrid-Akkumulator



Abbildung 18: NiMH (Quelle: <http://www.pollin.de/shop/index.html>)

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> • Niedriger Anschaffungspreis für Akku und La-degerät • Relativ unempfindlich in der Handhabung • Hohe Energiedichte 	<ul style="list-style-type: none"> • In der Regel schwerer und grösser als ein LiPo
Risiken	
<ul style="list-style-type: none"> • Gewicht und Baugrösse könnte zu Komplikationen bei der Konstruktion des Fahrzeuges führen. 	

10.2 Lithium-Polymer-Akku



Abbildung 19: LiPo (Quelle: <https://www.cmc-versand.de/>)

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none">• Sehr grosse Auswahl an verschiedenen Bauformen• Leicht• Sehr hohe Energiedichte• Geringe Selbstentladung	<ul style="list-style-type: none">• Hoher Anschaffungspreis für Akku und Ladegerät• Empfindlich in der Handhabung

Risiken

- Könnte aufgrund der Empfindlichkeit bei nicht fachgerechter Nutzung in der Testphase Schäden nehmen.

11 Microcontroller

11.1 Freedom-Board



Abbildung 20: Freedomboard KL25 von Freescale (Quelle:<http://ch.farnell.com/>)

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> • Im Preisrahmen, ein Board gibt es ab 20Fr.- • Wurde an der Hochschule bereits eingesetzt(mögliche Ansprechpersonen) • Vereinfachte Programmierung mit Processor Expert • Kann zu Testzwecken ausgeliehen werden 	<ul style="list-style-type: none"> • Besitzt ein Betriebssystem ⇒ weniger Hardware nahe • Keine zusätzlichen Module (weitere Hardware muss angebunden werden)

Risiken

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Die Anbindung möglicher Sensoren/Aktoren ist schwieriger als erwartet • Die Kommunikation zum Bordcomputer ist nicht ausreichend (unwahrscheinlich) | <ul style="list-style-type: none"> • Die Anzahl AD-Eingänge reicht nicht aus (unwahrscheinlich) |
|--|--|

11.2 Tinkerforge

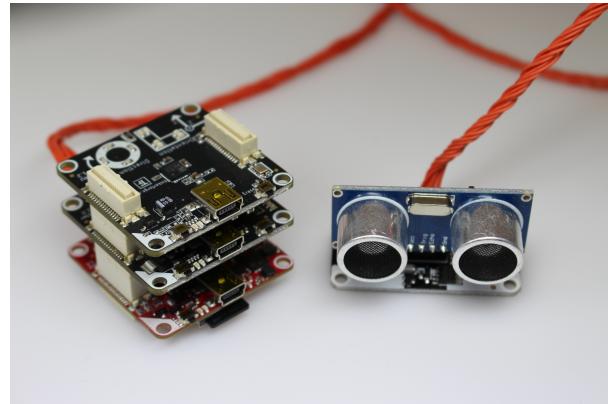


Abbildung 21: Beispielhaftes Tinkerforge System (Bricks mit Ultraschallmodul) (Quelle: <http://www.heise.de>)

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> Einfache und modulare Schnittstelle zum Boardcomputer Einfach erweiterbar mit zusätzlichen Modulen (z.B Sensoren) Viele benötigte Module Vorhanden: Schrittmotoren, Distanzsensoren, Liniensensoren und Farbsensoren 	<ul style="list-style-type: none"> Grosser Aufwand für eigene Module (Abhängigkeit zu Tinkerforge) Debugging könnte Probleme bereiten (Linux-betriebssystem)

Risiken

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> Es sind nicht alle benötigten Module vorhanden oder erfüllen die Anforderungen => eventuell aufwändige Hardwareanbindung nötig Die Rechenperformance reicht nicht (unwahrscheinlich) | <ul style="list-style-type: none"> Teure Hauptplatine, ein Defekt könnte das Budget belasten. Lieferung aus Deutschland, eventuelle lange Lieferzeit (wichtig bei Defekt) |
|--|---|

12 Mini-Computer

12.1 Raspberry Pi 1



Abbildung 22: Raspberry Pi 1 (Quelle: <https://www.pi-shop.ch>)

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none">• Zuverlässig• Einfache Ansteuerung• Kompatible Komponenten (Kamera)• Geläufiges Betriebssystem• Geringer Energieverbrauch	<ul style="list-style-type: none">• Wenig Leistung (Echtzeit)• Platzverbrauch auf Fahrzeug

Risiken

- Echtzeitbildverarbeitung funktioniert nicht
- Benötigt zu viel Platz auf Fahrzeug

12.2 Raspberry Pi 2



Abbildung 23: Raspberry Pi 2 (Quelle: <https://www.pi-shop.ch>)

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> • Hohe Leistung (Echtzeit) • Zuverlässig • Einfache Ansteuerung • Kompatible Komponenten (Kamera) • Geläufiges Betriebssystem • Geringer Energieverbrauch 	<ul style="list-style-type: none"> • Energieverbrauch zu hoch • Platzverbrauch auf Fahrzeug
Risiken	
<ul style="list-style-type: none"> • Verbraucht zu viel Energie • Echtzeitbildverarbeitung funktioniert trotzdem nicht • Fehlgeschlagene Parallelisierung führt zu Ineffizienz 	<ul style="list-style-type: none"> • Benötigt zu viel Platz auf Fahrzeug

12.3 Banana Pi

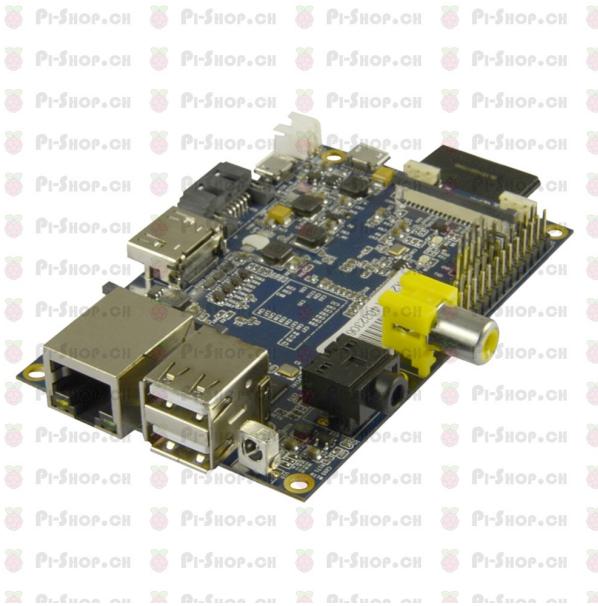


Abbildung 24: Banana Pi (Quelle: <https://www.pi-shop.ch>)

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> • Minimal günstiger • Geläufiges Betriebssystem • Geringer Energieverbrauch 	<ul style="list-style-type: none"> • Keinerlei Erfahrung • Wenig Leistung (Echtzeit) • Platzverbrauch auf Fahrzeug

Risiken

- Zu wenig Zeit zum Einarbeiten
- Echtzeitbildverarbeitung funktioniert nicht
- Benötigt zu viel Platz auf Fahrzeug

13 Kamera

13.1 Raspberry Pi Cam

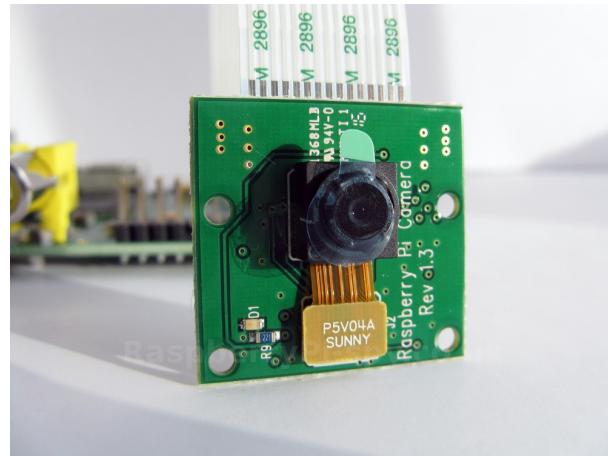


Abbildung 25: Pi Cam (Quelle: <https://www.raspberrypi.org>)

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> • Tiefe Anschaffungskosten • Kleine Baugrösse • Grosse Community • OpenSource Treiber • Gute Auflösung 	<ul style="list-style-type: none"> • Fester Fokus auf 1m • Relativ geringer Winkel mit 53.5° • Halterung muss erstellt werden • MIPI Schnittstelle erforderlich

Risiken

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Fahrbahn kann nicht vollständig erfasst werden in der Kurve • Objekte können nicht vollständig erfasst werden. • Kompatibilität zu Minicomputer eingeschränkt (Nur Rasp Pi und Banana Pi) | <ul style="list-style-type: none"> • Kein Autofokus: Scharfstellung nicht sichergestellt • Farbverhalten bei unterschiedlichen Lichtverhältnissen |
|---|---|

13.2 Raspberry Pi Cam Noir

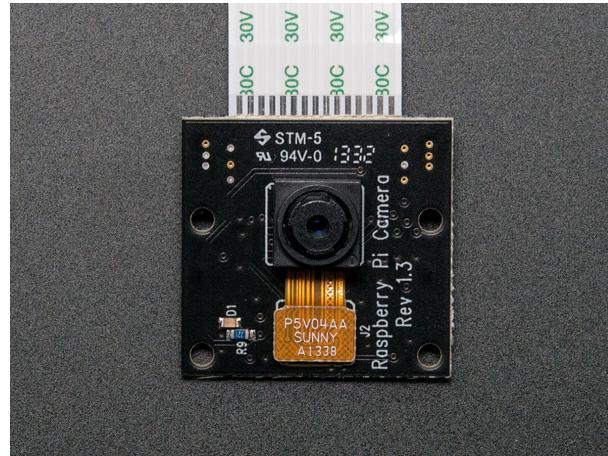


Abbildung 26: Pi Cam Noir (Quelle: <https://www.adafruit.com>)

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> • Relativ tiefe Anschaffungskosten. • analog Raspberry Pi Cam. • Infrarot bei Tageslicht verwendbar, weniger empfindlich auf ändernde Lichtverhältnisse. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fester Fokus auf 1m. • Relativ geringer Winkel mit 53.5°. • Halterung muss erstellt werden. • MIPI Schnittstelle erforderlich. • Keine echten Farben, Erkennung derer unsicher.
Risiken	
<ul style="list-style-type: none"> • Fahrbahn kann nicht vollständig erfasst werden in der Kurve. • Objekte können nicht vollständig erfasst werden. • Kompatibilität zu Minicomputer eingeschränkt (Nur Rasp Pi und Banana Pi). 	<ul style="list-style-type: none"> • Kein Autofokus: Scharfstellung nicht sichergestellt. • Farben könnten nicht richtig erkannt werden. • Höhere Anschaffungskosten ohne Garantie auf Erfolgsverbesserung.

13.3 Webcam

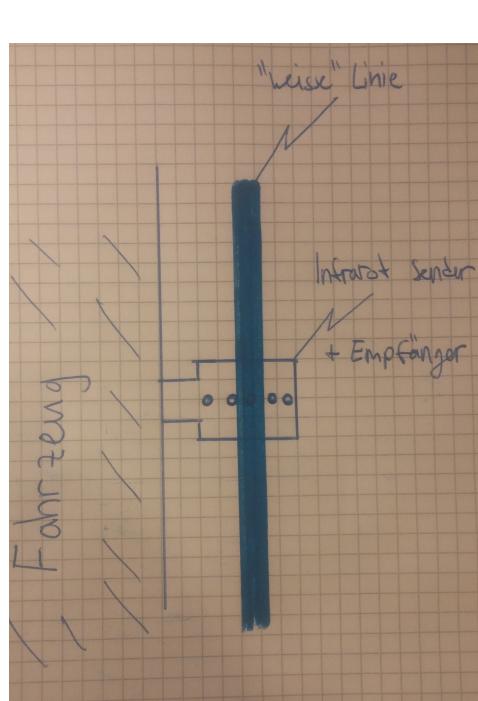


Abbildung 27: Webcam (Quelle: <http://www.logitech.com>)

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none">• Grosse Modellvielfalt.• Autofokus.• Grosse Blickwinkel mit ca 80° horizontal.• USB-Universalschnittstelle.• Halterung oftmals integriert.	<ul style="list-style-type: none">• Höhere Anschaffungskosten.• Kamerafunktionalitäten nur mit Herstellertreiber (proprietär).• Treiber meist nur für Windows erhältlich.• Grössere Abmasse.
Risiken	
<ul style="list-style-type: none">• Vorteile der Kamera können nicht genutzt werden.• Kamerasystem zu gross, müsste zerlegt werden.	<ul style="list-style-type: none">• Hohe Kosten belasten Budget zu stark.

14 Fahrbahnerkennung

14.1 Sensor



(a) 1.Situation: Sensoren über der Linie



(b) 2. Situation: Sensoren für die Abstandserkennung

Abbildung 28: Mögliche Spurerkennung mit Distanzsensoren

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> • Gut zu testen (Funktionsmuster) • Gute Präzision wird erwartet 	<ul style="list-style-type: none"> • Braucht externe Hardware und Verkabelung • Funktionsmuster zwingend notwendig

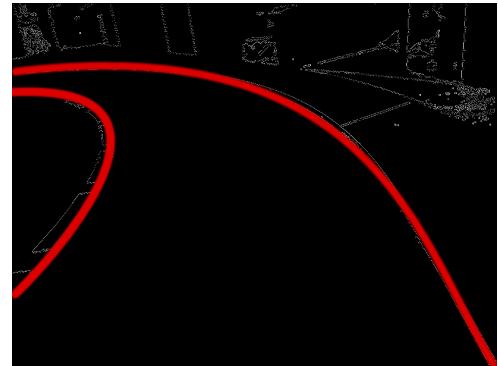
Risiken

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Die Linie lässt sich nicht erkennen (ohne Konflikte mit der Anforderungsliste) • Das Trottoir ist zu wenig hoch damit es sich erkennen lässt | <ul style="list-style-type: none"> • Die Steuerung aufgrund der Linienerkennung ist nicht praktikabel |
|---|--|

14.2 Bilderkennung



(a) Kamerafoto der Fahrbahn



(b) Farbfilter und Kantendetektierung

Abbildung 29: Mögliche Spurerkennung mit Bildverarbeitung

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> Universelles System nicht nur auf den Parcour beschränkt Vorausschauend für schnelleres Fahren Nur Kamera benötigt und keine zusätzlichen Sensoren 	<ul style="list-style-type: none"> Bildverarbeitung eher aufwändig. Anfällig auf Änderungen der Lichtverhältnisse. In Kurve kann Fahrbahn aus dem Sichtfeld der Kamera geraten. Kein Wiederfinden der Bahn bei Fahrbahnverlust.

Risiken

- Minicomputer kann Bilder nicht in verlangter Geschwindigkeit verarbeiten.
- Kamera verliert die Fahrbahn aus dem Sichtfeld

- Hohe Anforderung an die Softwareentwicklung.
- Wechselnde Lichtverhältnisse können massiv stören.

15 Containererkennung (grob)

15.1 Distanz und Farbsensor

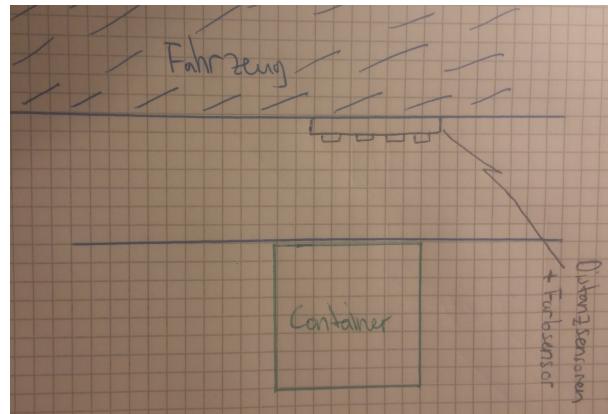


Abbildung 30: Beispielhafte Containererkennung mit Distanz- und Farbsensoren

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> • Präzise Erkennung des Containers (wahrscheinlich) • Mehrfachverwendung mit anderen Anwendungen denkbar • Kostengünstig 	<ul style="list-style-type: none"> • Unbekannte Präzision • Je nach Sensor Störanfälligkeit • Zusatzhardware(Farb und Distanzsensor) und Verkabelung nötig
Risiken	
<ul style="list-style-type: none"> • Die Sensoren sind zu ungenau • Die Sensoren werden gestört • Das Fahrzeug kann nicht schnell genug anhalten 	<ul style="list-style-type: none"> • Die Farbe kann auf Distanz nicht erkannt werden • Die Sensoren können zwischen Container und Sonstigem nicht unterscheiden • Die Container können bei der vollen Geschwindigkeit nicht erkannt werden

15.2 Bilderkennung



Abbildung 31: Bilderkennung Container

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> • bei grösserer Distanz zu Container schon erkennbar • Containererkennung durch Form- und/oder Farberkennung 	<ul style="list-style-type: none"> • Algorithmus nötig • rechenintensiv
Risiken	
<ul style="list-style-type: none"> • bei verschiedene Lichtverhältnissen variieren die Farben • Container kann zum Teil von anderen Gegenständen verdeckt sein 	

16 Containererkennung (detailliert)

Die Containererkennung muss auch ausgelegt sein für die Erkennung des Entladebehälters!

16.1 Distanzsensor

Die detaillierte Containererkennung mit Sensoren unterscheidet sich nur geringfügig von der groben Variante. Der Hauptunterschied besteht darin, dass bei der detaillierten Variante nur noch die Positionierung des Fahrzeugs vorzunehmen ist. Die Auswertung der Form und der Farbe wird Vorgängig von der Kamera erledigt und an das Mikrocontrollerboard weitergeleitet.

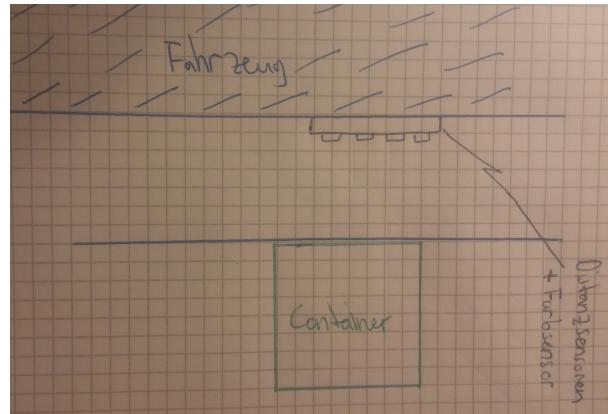


Abbildung 32: Beispielhafte Containererkennung mit Distanzsensoren (ohne Farbsensor)

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> • Präzise Erkennung des Containers (wahrscheinlich) • Mehrfachverwendung mit anderen Anwendungen denkbar • Kostengünstig (kein Farbsensor) 	<ul style="list-style-type: none"> • Unbekannte Präzision • Je nach Sensor Störanfälligkeit • Zusatzhardware und Verkabelung nötig

Risiken

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Die Sensoren sind zu ungenau • Die Sensoren werden gestört | <ul style="list-style-type: none"> • Die Kommunikation der groben und detaillierten Erkennung ist zu langsam |
|---|---|

16.2 Bilderkennung



Abbildung 33: Bilderkennung Container

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> • keine Sensoren zur Seite benötigt 	<ul style="list-style-type: none"> • Berechnung des Abstands muss auf wenige Millimeter stimmen • Keine Korrektur mehr möglich, wenn der Container aus dem Kamerabereich verschwindet
Risiken	
<ul style="list-style-type: none"> • Ungenauigkeit bei der Distanzabschätzung • Container kann zum Teil von anderen Gegenständen verdeckt sein 	

17 Rechtsvortritt

17.1 Sensor

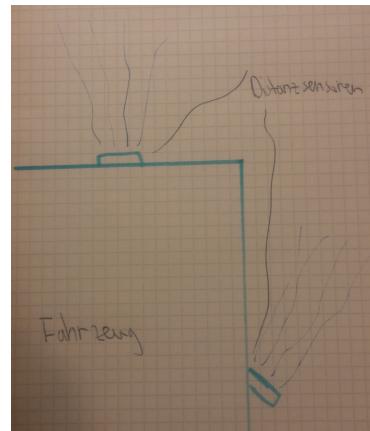


Abbildung 34: Mögliche Rechtsvortritt Erkennung

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> • Relativ einfach zu Realisieren • Beispieldaten für MC Boards vorhanden 	<ul style="list-style-type: none"> • Relativ enges Sichtfeld" • Keine Unterscheidung zwischen verschiedenen Objekten möglich • Zusätzliche Hardware nötig
Risiken	
<ul style="list-style-type: none"> • Container oder andere Objekte versperren die Sicht (vor der Kreuzung) • Schnelle Fahrzeuge werden eventuell nicht richtig erkannt 	

17.2 Bilderkennung



Abbildung 35: Bilderkennung Rechtsvortritt

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none">• Stoppen durch Vorausplnung möglich• Unterschiede berechnen, wie sich das andere Fahrzeug bewegt	<ul style="list-style-type: none">• Genaue Definition, was ein Fahrzeug an der Kreuzung beim Rechtsvortritt ist• rechenintensiv
Risiken	
<ul style="list-style-type: none">• Fahrzeug wird auch an anderen Stellen erkennt• andere Gegenstände könnten als Fahrzeug interpretiert werden	

18 Programmiersprache

18.1 Java



Abbildung 36: Java (Quelle: <http://www.t3n.de>)

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none">• Objektorientiert• Unterstützt Multithreading• Plattformunabhängig	<ul style="list-style-type: none">• Langsamer als C++
Risiken	
<ul style="list-style-type: none">• Bilderkennung könnte zu langsam sein	

18.2 C++



Abbildung 37: C++ (Quelle: <http://www.unixstickers.com>)

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none">• Objektorientiert• Schneller als Java• In den meisten Tutorials von OpenCV wird mit C++ programmiert• Unterstützt Multithreading	<ul style="list-style-type: none">• Komplexer als Java
Risiken	
<ul style="list-style-type: none">• Komplexität	

19 Bilderkennungs-Bibliothek

19.1 OpenCV

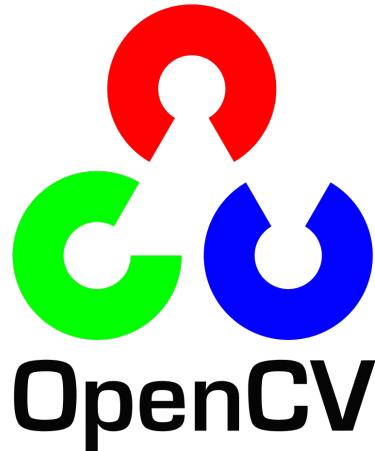


Abbildung 38: OpenCV (Quelle: <https://en.wikipedia.org/wiki/OpenCV>)

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none">• grosse Community• läuft auf Linux• ist gratis• kompatibel mit Java und C++	<ul style="list-style-type: none">• enthält auch viele Funktionen, welche nicht benötigt werden (komplex)
Risiken	
<ul style="list-style-type: none">• Ressourcenknappheit	

19.2 SimpleCV

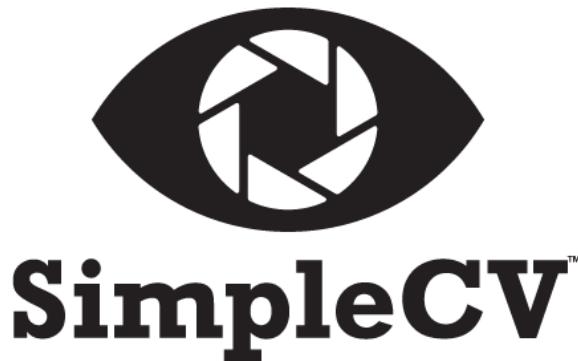


Abbildung 39: SimpleCV (Quelle: http://google-opensource.blogspot.ch/2012_08_01_archive.html)

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none">• Läuft auf Linux• freie Software• kompatibel mit Java und C++	<ul style="list-style-type: none">• Community kleiner als bei OpenCV
Risiken	
<ul style="list-style-type: none">• zu Problemen wird keine Lösung gefunden• Ressourcenknappheit	

20 Anhang

20.1 Farbsensor

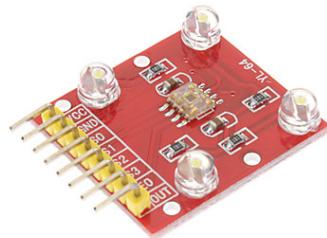


Abbildung 40: Freedomboard KL25 von Freescale (Quelle: www.miniinthebox.com)

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none">• Im Preisrahmen, ein Farbsensor kostet ungefähr 10.-	<ul style="list-style-type: none">• Benötigt AD Eingänge• Distanz abhängig

Risiken

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none">• Distanz hat zu grossen Einfluss auf die Farberkennung• Die Farben lassen sich nicht zuverlässig erkennen (Sensorseite) | <ul style="list-style-type: none">• Die Auswertung ist sehr aufwändig (Mikrocontrollerseitig) |
|---|---|

20.2 Ultraschallsensoren



Abbildung 41: Beispielhaftes Tinkerforge System (Bricks mit Ultraschallmodul) (Quelle: www.generationrobots.com)

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> • Erschwinglich, ein Sensor kostet ungefähr 5.Fr • Unempfindlich auf Störeinflüsse (Ausser andere Ultraschallsensoren) • Grosse Distanz (>10cm) 	<ul style="list-style-type: none"> • Kann nicht als Liniensorer eingesetzt werden • Keine klaren Grenzen (relativ grosser Abstrahlwinkel)

Risiken

- Andere Ultraschallsensoren stören die Messung
- Der Bereich ist zu ungenau
- Die Anbindung funktioniert nicht richtig

20.3 Infrarotsensoren



Abbildung 42: Infrarotsensor (Quelle: www.tinkerforge.com)

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> • Kostengünstig (Sensor und Empfänger kosten zusammen 1.7Fr) • Kann als Liniensensor und Rad-Encoder eingesetzt werden. • Eher klaren Grenzen (kleiner Abstrahlwinkel) 	<ul style="list-style-type: none"> • Benötigt zwei AD Eingänge • Sind empfindlich auf UV-Licht • Geringe Reichweite (je nach Typ nur bis 5mm) • Als Liniensensor: Nicht senkrecht Abtasten ist problematisch
Risiken	
<ul style="list-style-type: none"> • Die Sensoren werden gestört • Die Sensoren sind zu ungenau 	<ul style="list-style-type: none"> • Die Anbindung funktioniert nicht richtig