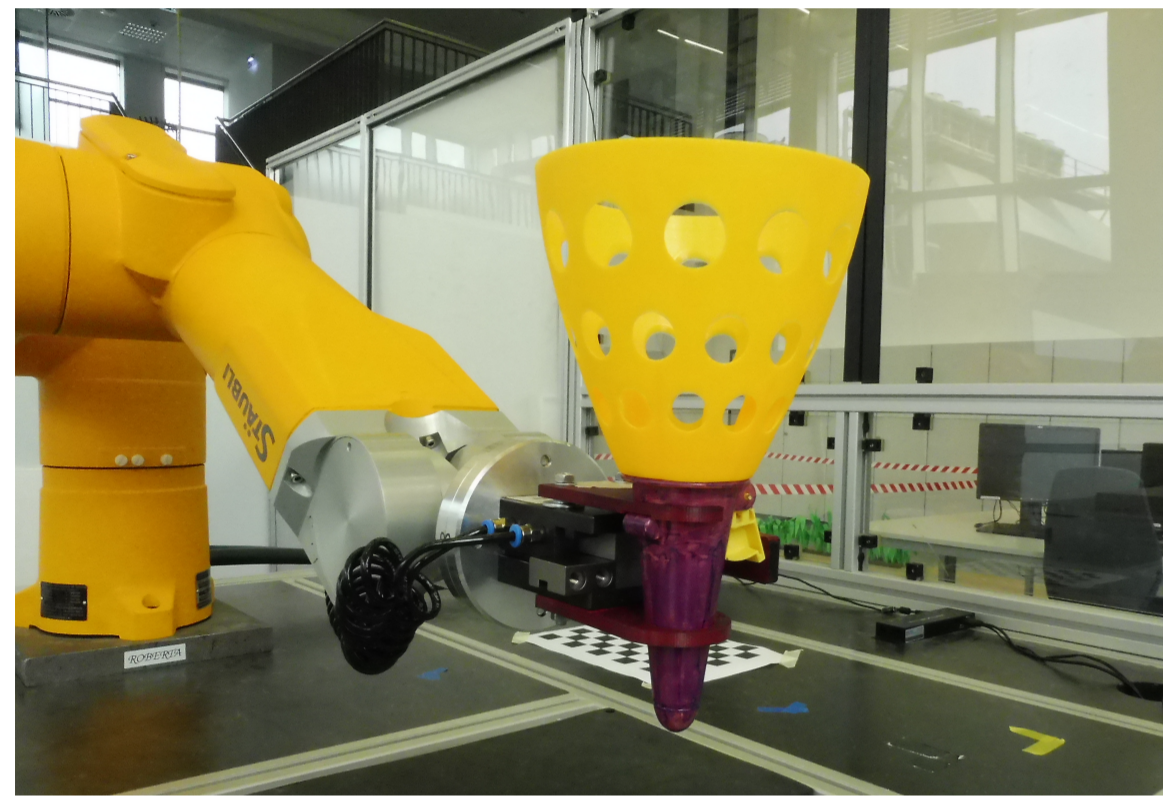




ROBOTER SPIELT FANG DEN BALL

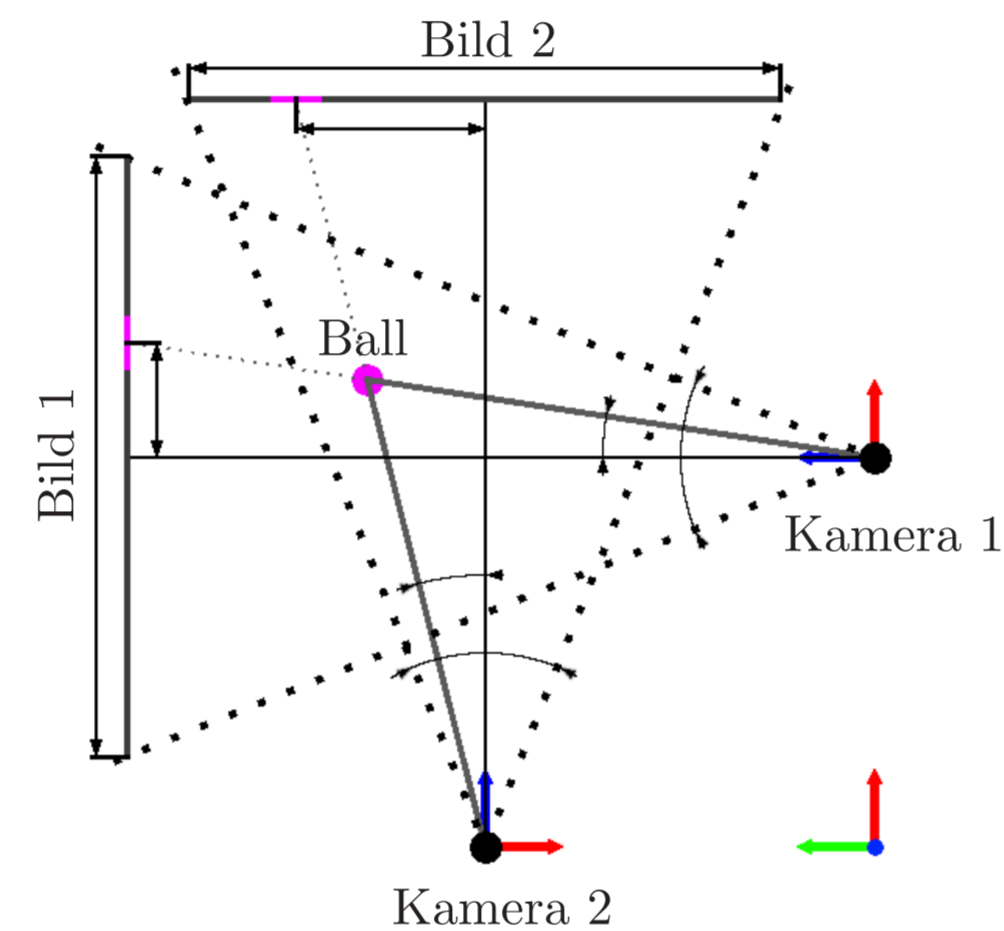
In dieser Projektarbeit soll ein Roboter mithilfe eines „Fang den Ball“-Spiels einen Ball in die Luft werfen und diesen im Anschluss automatisch durch die Berechnung der Flugbahn fangen können. Zur Analyse der Flugbahn stehen dem Roboter nur die Daten von zwei Kameras zur Verfügung.



POSITIONSBESTIMMUNG

Für die Bestimmung der Ballposition im Raum werden zwei Kameras verwendet.

Unter Annahme einer Lochkamera wird davon ausgegangen, dass jeder Pixel im Bild einem Lichtstrahl entspricht, der unter einem bekannten Winkel auf den Fokus fällt. Die Position des Objektes im Raum ist somit der Punkt, an dem sich die beiden Lichtstrahlen schneiden.



In der Zeichnung ist dies exemplarisch für den zweidimensionalen Fall dargestellt.

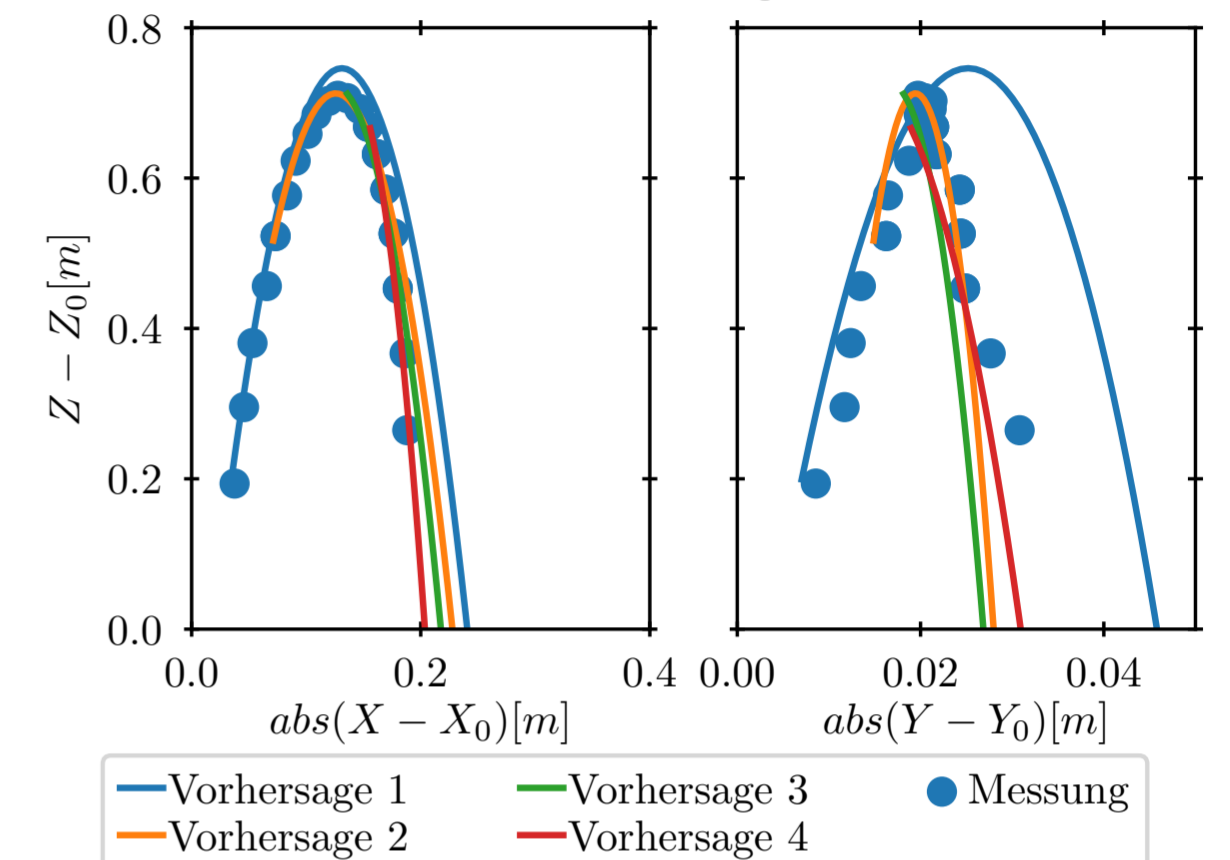
In einem dreidimensionalen Raum gibt es nicht immer einen Schnittpunkt von zwei Geraden. Deshalb wird nach den Punkten auf den Geraden gesucht, die sich am nächsten sind.

ABLAUF EINES WURFES

Um einen Wurf zu fangen, werden zuerst eine Zeit lang Messpunkte aufgenommen. Sobald seit dem ersten Messpunkt 200ms vergangen sind, wird eine Näherung der Wurfbahn berechnet. Der Roboter wird dann an die Stelle gefahren, an der erwartet wird, dass der Ball die zum Fangen ausgewählte Ebene durchquert.

Zur Verbesserung der Zielposition werden im Verlauf des Fluges weiterhin Näherungen erstellt, wobei aufgrund der Zeit nur noch die zweite verwendet werden kann, um die Zielposition des Roboters zu verbessern. In der Abbildung ist der Verlauf der Messpunkte und Näherungen zu erkennen, die während eines Wurfes auftreten.

Flugbahn eines gefangenen Balls mit Vorhersagen

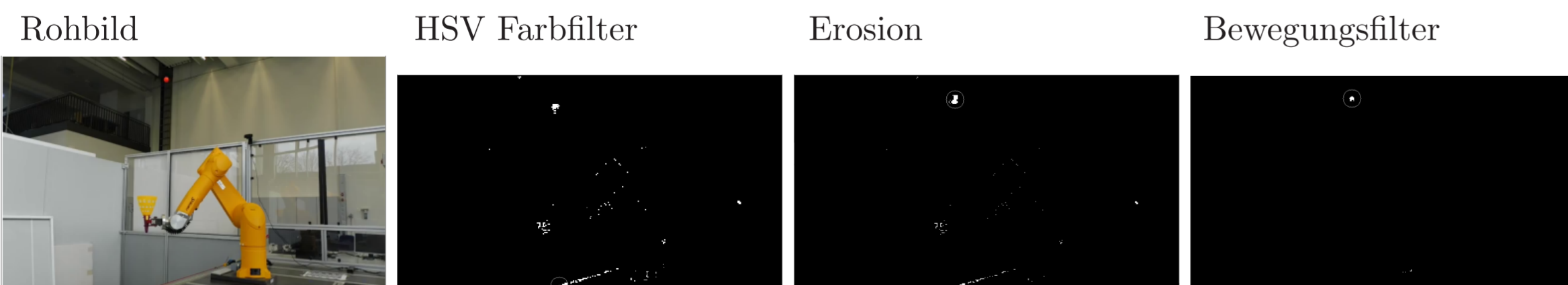


WURF MIT LUFTREIBUNG

Die Gleichungen für den schiefen Wurf werden um eine Beschleunigung ergänzt, die entgegen der Bewegungsrichtung wirkt. Diese wird über die Luftreibung bestimmt. Da die Luftreibung geschwindigkeitsabhängig ist, entsteht eine Differentialgleichung 2. Ordnung. Damit das Problem linear bleibt wird ein konstanter Cw-Wert angenommen.

BILDVERARBEITUNG

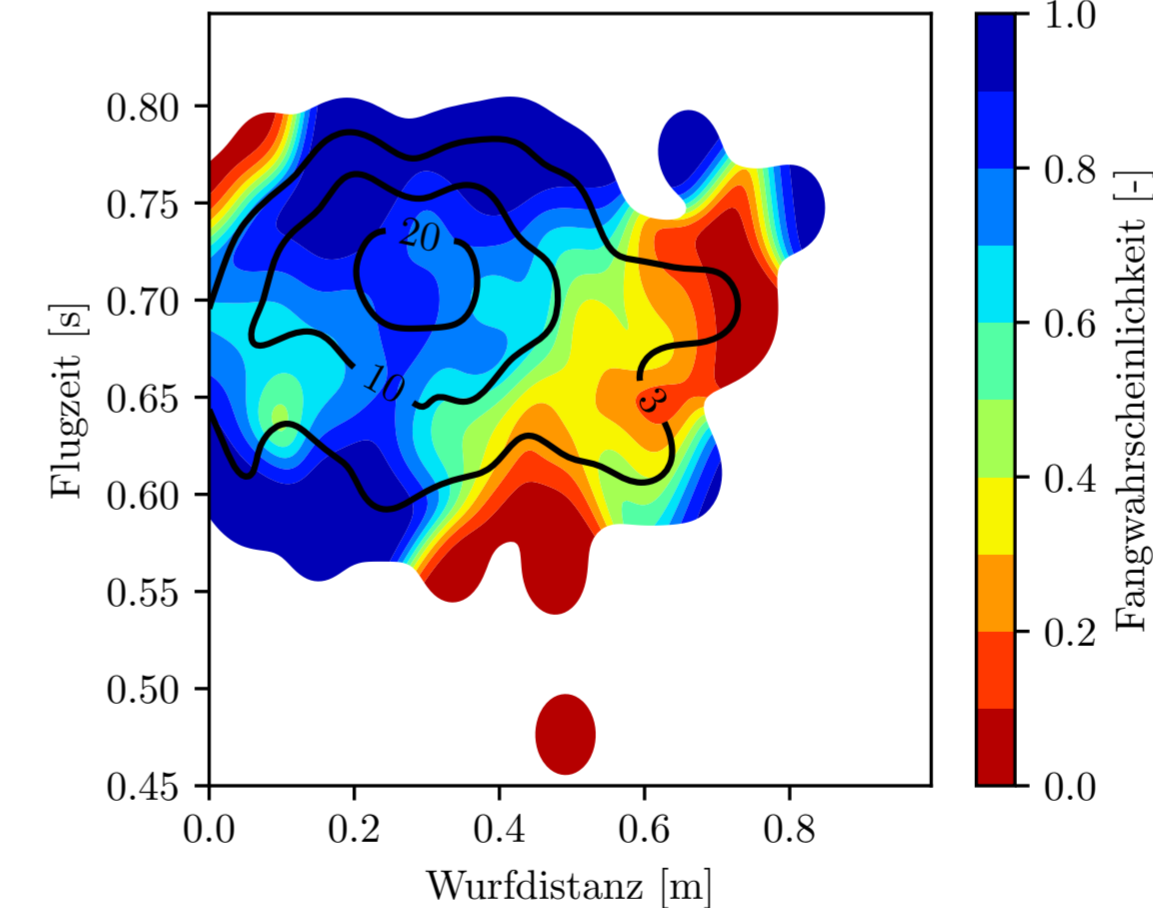
Zur Berechnung der Flugbahn des Balls muss seine Position aus den zur Verfügung stehenden Bildern extrahiert werden. Dies muss aufgrund der kurzen Flugdauer (ca. 0,8 Sekunden) sehr schnell geschehen. Erreicht wird dies durch 4 aufeinanderfolgende Bearbeitungsschritte, die das Rauschen der Filterung immer weiter verringern:



Im Anschluss an den Bewegungsfiler werden in dem Bild mittels Segmentierung die Koordinaten des Mittelpunkts des größten Objektes gesucht. Dies ist durch den weißen Kreis um den Ball angedeutet.

FUNKTION DES SYSTEMS

Einfluss von Flugzeit und Wurfdistanz auf das Fangen



Zur Bewertung der Funktion des Systems wurden 258 Würfe ausgewertet. Die Fangquote lag bei 70%. Wenn nur Würfe mit einer Flugdistanz unter 0.3m berücksichtigt werden, steigt diese auf 82%.

In der Grafik werden die Fangwahrscheinlichkeiten in Abhängigkeit von der Flugdistanz und Flugzeit dargestellt. Die Höhenlinien zeigen, über wie viele Würfe in diesem Bereich gemittelt wurde. Es ist gut ersichtlich, wie wichtig die Flugzeit für das Fangen ist. Bei einer Steigerung um 0.1 Sekunden steigt die Fangwahrscheinlichkeit bei Würfen mit einer Flugdistanz von 0.4m von 60-70% auf 90-100%.

FAZIT UND AUSBLICK

Dies ist eine grobe Übersicht zu dem Projekt. Es wurden die 3 größten Bereiche der Implementierung sowie zwei Beispiele für die Funktion aufgeführt. Somit wurde gezeigt, dass das System funktioniert, auch wenn es noch Verbesserungspotential gibt.

Eine dieser Verbesserungen wäre eine Verkürzung der Zeit, die für die Aufnahme und Verarbeitung der Messdaten genutzt wird. Dabei würde eine Erhöhung von 30Hz auf 60Hz bei der Datenaufnahme, eine Zeitersparnis von 100ms bringen, wenn mit derselben Anzahl an Bildern gearbeitet wird. Die längere Zeit zum Verfahren sorgt dabei, wie bereits gezeigt, für eine deutliche Verbesserung der Fangquote. Eine weitere Verbesserung wäre durch eine bessere Bestimmung der Kamerapositionen zu erreichen, da so mathematische Fehler verringert werden.