



# Entwicklung eines portablen Abschreksystems gegen unliebsame Kleintiere

**Studienarbeit**

des Studiengang Technische Informatik- IT-Automotive  
an der Dualen Hochschule Baden-Württemberg Stuttgart

von

**Levin Müller**

4. November 2022

**Bearbeitungszeitraum**  
**Matrikelnummer, Kurs**  
**Ausbildungsfirma**  
**Betreuer**

zeitraum  
7994341, TINF20-ITA  
softwareinmotion GmbH, Schorndorf  
Prof. Dr. Janko Dietzsch  
[Janko.Dietzsch@dhbw-stuttgart.de](mailto:Janko.Dietzsch@dhbw-stuttgart.de)

# Erklärung

Ich versichere hiermit, dass ich meine Studienarbeit mit dem Thema: *Entwicklung eines portablen Abschrecksystems gegen unliebsame Kleintiere* selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Ich versichere zudem, dass die eingereichte elektronische Fassung mit der gedruckten Fassung übereinstimmt.

Welzheim, 4. November 2022

---

Levin Müller

## Zusammenfassung

Abstract normalerweise auf Englisch. Siehe: [http://www.dhbw.de/fileadmin/user/public/Dokumente/Portal/Richtlinien\\_Praxismodule\\_Studien\\_und\\_Bachelorarbeiten\\_JG2011ff.pdf](http://www.dhbw.de/fileadmin/user/public/Dokumente/Portal/Richtlinien_Praxismodule_Studien_und_Bachelorarbeiten_JG2011ff.pdf) (8.3.1 Inhaltsverzeichnis)

Ein „Abstract“ ist eine prägnante Inhaltsangabe, ein Abriss ohne Interpretation und Wertung einer wissenschaftlichen Arbeit. In DIN 1426 wird das (oder auch der) Abstract als Kurzreferat zur Inhaltsangabe beschrieben.

**Objektivität** soll sich jeder persönlichen Wertung enthalten

**Kürze** soll so kurz wie möglich sein

**Genauigkeit** soll genau die Inhalte und die Meinung der Originalarbeit wiedergeben

Üblicherweise müssen wissenschaftliche Artikel einen Abstract enthalten, typischerweise von 100-150 Wörtern, ohne Bilder und Literaturzitate und in einem Absatz.

Quelle: <http://de.wikipedia.org/wiki/Abstract> Abgerufen 07.07.2011

Diese etwa einseitige Zusammenfassung soll es dem Leser ermöglichen, Inhalt der Arbeit und Vorgehensweise des Autors rasch zu überblicken. Gegenstand des Abstract sind insbesondere

- Problemstellung der Arbeit,
- im Rahmen der Arbeit geprüfte Hypothesen bzw. beantwortete Fragen,
- der Analyse zugrunde liegende Methode,
- wesentliche, im Rahmen der Arbeit gewonnene Erkenntnisse,
- Einschränkungen des Gültigkeitsbereichs (der Erkenntnisse) sowie nicht beantwortete Fragen.

Quelle: [http://www.ib.dhbw-mannheim.de/fileadmin/ms/bwl-ib/Downloads\\_alt/Leitfaden\\_31.05.pdf](http://www.ib.dhbw-mannheim.de/fileadmin/ms/bwl-ib/Downloads_alt/Leitfaden_31.05.pdf), S. 49

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>I</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>II</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>III</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Begrifflichkeiten und Systeme . . . . .	1
1.2 Problemstellung . . . . .	2
<b>2 Aufgabenstellung</b>	<b>3</b>
<b>3 Grundlagen</b>	<b>5</b>
3.1 Stand der Technik . . . . .	5
3.2 Computer Vision . . . . .	7
3.3 Dreidimensionales Zielsystem . . . . .	7
<b>4 Umsetzung</b>	<b>9</b>
4.1 Bildererkennung und -Verarbeitung . . . . .	9
4.2 Hardwarerealisierung . . . . .	9
4.3 Dreidimensionales Zielsystem . . . . .	10
<b>5 Reflexion und Ausblick</b>	<b>13</b>
<b>Literatur</b>	<b>14</b>

# Abkürzungsverzeichnis

**FFI**      Foreign-Function-Interface

# Abbildungsverzeichnis

# Tabellenverzeichnis

# 1 Einleitung

## 1.1 Begrifflichkeiten und Systeme

### 1.1.1 Rust

„Rust ist einer der beliebtesten Programmiersprachen und das 7 Jahre in Folge.“-[1]

Einer der Gründe dafür ist, dass Rust sich von dynamisch-typisierte Sprachen inspirieren lassen hat. Durch diese Inspiration ist es nicht nötig Variablen mit konkreten Datentypen zu deklarieren. Bei der Kompilierung werden diese automatisch erkannt und verwendet. Rust setzt allerdings ein stark typisiertes System ein. Bei der Kompilierung werden die dynamischen Datentypen aufgelöst und Datentypfehler direkt erkannt. Dadurch werden viele Datentypkonversionsfehler während der Kompilierung und somit in der Entwicklungsphase aufgedeckt. Ohne Erkennung führen sie zu Problemen in der Laufzeit eines Programms. Der Compiler verfügt zugleich über umfangreiche Checks, die vor weiteren Laufzeitfehlern schützen sollen. Ohne diese Checks muss ein Entwickler diese mittels eigener Tests finden und abfangen.

Dem Entwickler wird zusätzlich die Möglichkeit geboten zu entscheiden ob Daten auf dem Stack oder dem Heap gespeichert werden sollen. Durch eine bewusste Nutzung dieser Möglichkeit kann noch das letzte Bisschen Performanz aus dem Speichermanagement geholt werden.

Ein großer Vorteil entgegen C#, C/C++ oder Java liegt darin, dass der Compiler erkennen kann, wann Daten nicht länger benötigt werden und deren belegten Speicher automatisch freigibt. Dies ermöglicht ein effizientes Nutzen des Speichers ohne viel Aufwand dem Entwickler aufzubürden. Vergleichsweise viel Aufwand hat man in C/C++. Dort müssen verschiedene Speichernutzungen mit *malloc* und *free* manuell gemanagt.

Mit diesen Möglichkeiten kann Rust direkten *low-level* Code mit hohen Sicherheitsgarantien produzieren. Da Rust noch jung ist, sind Neuentwicklungen von Desktopanwendungen schwer umsetzbar. Durch zu wenige Features für die Entwicklung graphischer Oberflächen sind diese nur schwer zu realisieren. Dadurch werden häufig Performanz- und sicherheitskritische Abschnitte in anderen Sprachen mittels dem Foreign-Function-Interface (FFI) ausgetauscht. [3]



### 1.1.2 Raspberry Pi

### 1.1.3 Computer Vision-Stereo Vision

## 1.2 Problemstellung

Die meisten haben es schon miterlebt oder von einem Bekannten gehört, dass bei Ihnen einen Marder zugeschlagen hat oder die Mülltonnen von Waschbären verwüstet wurden. Nicht nur können sie dabei einen großen Schaden verursachen, sondern hinterlassen noch ihre eigenen Substanzen, in die die meisten hineintreten. Vor allem in den ländlicheren Regionen nahe den Wäldern kommt es häufiger zu unliebsamen Interaktionen.

Die Kleintiere können häufig schon mit einfachen Mitteln von den Missetaten auf dem eigenen Grundstück ferngehalten werden. Dazu gehören Abschreckmechaniken, die bei Bewegung einen Hochfrequenzton abspielen und das Licht einschalten, aber auch verschiedene teilweise teure Duftstoffe. Bedauerlicherweise haben die meisten davon ein großes Problem: Sie halten nicht lange. Die Tiere gewöhnen sich an die Töne, dem Licht und an die Duftstoffe. Wenn diese immer wieder versetzt werden, irritiert die Tiere das zwar, zögert die Gewöhnung aber lediglich um einige Wochen hinaus.

Das Ziel der Arbeit ist es, eine weitere Komponente hinzuzufügen. Das Wasser. Besonders Marder und Katzen, die ihre Hinterlassenschaften im Garten verteilen, meiden das Wasser und somit Sprinkleranlagen. Daher finden Sie neue Wege, bei denen Ihnen keine Sprinkler im Weg stehen.

Daher soll mit den anderen erprobten Mitteln ein Gesamtpaket entwickelt werden, welches überall einfach platziert werden kann und die Tiere vom Garten, sowie Auto fernhält. Da unschuldige Passanten nicht nass gespritzt werden wollen und Wasser gespart werden soll, soll das Gesamtpaket nur auf Kleintiere ihr Inventar loslassen.

Anpassung mit Bild Verwüstung des eigenen Gartens...

## 2 Aufgabenstellung

1. Auswahl der Hardware und Bibliotheken (Wasserpumpe, Kamera, Energieversorgung und Management, Rust-Crates).
2. Einarbeitung Opencv, Tensorflow und Rust alternativen (wenn in rust nicht vorhanden).
3. Hardwaretechnische Realisierung und Implementierung der einzelnen Hardwarecontroller. Eventuell Auslagerung der Motoransteuerung (Zielsystem) auf Arduino → Einfacherer Wechsel Pi/Jetson da nur Vertikaler und Horizontaler Winkel gestellt werden müssen.

Hardware:

- (Demo?) Raspberry Pi 3b (PI 4 CM + IO/Jetson)
  - Unbestimmte Menge an Kabel
  - 1-2 Baugleiche Kameras (NoIR da Einsatz bei Nacht/unbeleuchtete Umgebung)
  - vielfältige 3D-Drucke Gehäuse/Zielsystem etc.
  - Energieversorgung:  
12V kleine Autobatterie  
Solarpaneel
  - Schrittmotoren/E-Motoren für Zielsystem (mit Positionssensor oder „einlernen“)
  - Pumpe mit Schläuche
  - Tonwiedergabe (+Verstärker?)
  - Lichtwiedergabe (Blitzlicht)
  - Relais für einschalten der Aktoren  
MOSFETS durch nicht konstante Energiequelle (Batterie/Solaranlage) nicht direkt möglich
4. Demo- und Testentwicklung der Bildverarbeitungssoftware.  
Batterie/Solar/PI 3 + Kamera in kleine Box für frühzeitiges erhalten von Real-World-Daten

5. Weiterentwicklung und Testen in der freien Wildbahn.  
Alles zusammen in PI 4 oder Jetson

# 3 Grundlagen

## 3.1 Stand der Technik

Um unliebsame Besucher aus dem Garten, Haus oder Auto zu vertreiben gibt es viele Geräte auf dem Markt. Zu diesen gehört ein großes Sortiment von Ultraschall-Tierschreck-Systemen, Sprinkleranlagen und verschieden Varianten von Weidezäunen. Um einen bestmöglichen Erfolg der Vertreibung zu bieten, sollen die Geräte an den Umschlagsorten der Tiere platziert werden.

Die einzelnen Systeme und deren Vor- und Nachteile werden in den nachfolgenden Unterkapiteln beschrieben.

### 3.1.1 Ultraschall-Tierschreck

Eine gängige Variante des Ultraschall-Tierschrecks ist der Marderschreck. Der Marderschreck wird in dem Motorraum eines Fahrzeugs platziert und soll verhindern, dass der Marder Schläuche und Kabel durchbeißt. Er verspricht das Fernhalten und Vertreiben der Tiere durch aussenden eines Hochfrequenztons. Der Ton hat dabei eine Frequenz von 17 bis 45 kHz. Für die Tiere ist dieser Frequenzbereich besonders unangenehm. Erwachsene Menschen nehmen diese Töne aber kaum bis gar nicht wahr. [2]

Daher werden auch für den heimischen Garten diese Geräte gerne eingesetzt. Da sie aber nicht länger über die Autobatterie und der Lichtmaschine mit Energie versorgt werden, sind sie häufig an eine kleine Batterie und einem Solarpanel angeschlossen. Die gängigen Varianten eines Ultraschall-Tierschrecks für die Gartenverwendung haben zudem ein eingebautes Blitzlicht. Bei Nacht wird das Tier durch kurze Lichtimpulse zusätzlich beim Durchqueren des Gartens gestört und der Erfolg zur Vertreibung von nachtaktiven Tieren erhöht sich.

Die Tiere, insbesondere Waschbären, gewöhnen sich allerdings an das Licht und dem Hochfrequenzton. Daher hält der Erfolg der Vergrämung oft nur wenige Wochen an. Außerdem können die Geräte auch Probleme bereiten. Die eigenen Haustiere und auch Kleinkinder nehmen den Hochfrequenzton ebenso wahr. Da die Geräte auf jegliche Bewegung reagieren, kann es sein das der Ultraschall-Tierschreck vor Betreten des Gartens für die Haustiere und Kinder deaktiviert werden müssen. [5]

### 3.1.2 Automatische Sprinkleranlage

Eine andere Variante von Abschrecksystem ist der Einsatz von Sprinkleranlagen. Durch die beschießen mit Wasser werden die Tiere in besonders gut gestört. Der automatische Sprinkler wird über einen Bewegungsmelder ausgelöst und versprüht großflächig Wasser im Zielbereich. Nach eigener Erfahrung hat eine automatische Sprinkleranlage eine höhere Erfolgsquote, um ungewollte Besucher aus dem heimischen Garten zu vertreiben. [5]

Der Nachteil bei diesem System ist es, dass der Sprinkler direkt mit einem Gartenschlauch verbunden werden muss. Dadurch treten deutliche Einschränkungen in der Positionierung des Abschrecksystems auf, da ein Wasseranschluss mit ausreichend Druck in der Nähe sein muss. Zusätzlich fällt der Druck mit zunehmender Länge des Gartenschlauches ab, wodurch der Zielbereich weiter eingeschränkt wird. Zum Beispiel:

#### Beispiel/Begründung Strömungslehre

Da die Geräte, wie der Ultraschall-Tierschreck, über einen Bewegungsmelder ausgelöst werden, tritt ein weiteres Problem auf. Auch der Mensch löst den Sprinkler unbeabsichtigt aus. Im Gegensatz zum Ultraschall-Tierschreck kann dies nicht nur unangenehm, sondern sehr ärgerlich werden.

Ein anderer Punkt, der bei diesen Anlagen häufig vernachlässigt oder nicht vermeidbar ist, ist die Verschwendung von Trinkwasser. Vor allem in Zeiten des Energie- und Wassersparens versucht man Verschwendungen zu minimieren. Einige Landkreise sind in den letzten Jahren sogar so weit gegangen, dass das Rasensprengen aus eigener Quelle von 12 bis 18 Uhr verboten ist. Durch diese Maßnahmen erhofft man sich besser durch Dürreperioden zu kommen. Ein automatischer Rasensprinkler, der Trinkwasser verwendet sollte daher vermieden werden. [4]

### 3.1.3 Weidezaun

Der Weidezaun ist häufig das letzte Mittel um die Tiere aus dem Garten zu bekommen. Der Zaun wird um den Garten herum aufgebaut, so dass sämtliche Durchgänge, an denen die Tiere in den Garten eindringen können, blockiert werden. Wenn das Getier nun versucht an durch diese Zugänge in den Garten einzudringen, wird der Zaun einen schwachen elektrischen Schlag abgeben.

Ein Waschbär wird durch diesen Schlag es nicht noch einmal versuchen den Zugang zu verwenden. Häufig suchen die Tiere stattdessen einen anderen Zugang in den Garten. Wenn die Tiere keinen anderen Zugang zum Garten finden, wenden sie sich zunächst vom Grundstück ab. In unregelmäßigen Abständen überprüfen die Tiere allerdings ob

die Blockade immer noch besteht. Der Weidezaun muss daher ständig eingeschaltet und gewartet werden. [5]

Der Weidezaun hat von den genannten Systemen die höchste Effektivität, wenn es um die Vertreibung der Tiere geht. Durch die Blockierung sämtlicher Zugänge besteht allerdings ein sehr hoher Installationsaufwand. Zusätzlich müssen weitere Elemente zum Weidezaun installiert werden, da auch die Zugänge für den Menschen blockiert sind. Entsprechende Gartentore sind anzuschaffen. Das gesamte System wird somit schnell teuer, weshalb er auch als letztes Mittel betrachtet wird.

## 3.2 Computer Vision

Befähigung Computerprogramme „sehen“ zu lassen.

### 3.2.1 Vision

Bilderkennungsmerkmale etc.

### 3.2.2 Stereo Vision

Tiefenwahrnehmung für anständiges Zielen (statt ML? und zu viele Tricks?)

## 3.3 Dreidimensionales Zielsystem

Mechanisches System beschreiben etc.

### 3.3.1 Strömungslehre

Pumpe → Nötigung anständiger Berechnung des Zielsystem

### 3.3.2 Tiefenberechnung

Zusätzlich zu betrachtende Effekte Luftwiderstand; Dispersion; Wind/Error-correction etc.  
Bezug Error: Bilderkennung des Wasserstrahls → Regelungstechnik und Autokalibrierung  
+ evtl. Einspielen der Tiefenwahrnehmung an neuer Position (nicht bei Stereo-Vision  
nötig).

# 4 Umsetzung

## 4.1 Bilderkennung und -Verarbeitung

## 4.2 Hardwarerealisierung

### Verkabelung, Aufbau, Herausforderungen, spezielle Lösungen

Auswahl PI -> Liefermangel Erstidee Multiplexer um zeitverzögerung zu reduzieren -> schlechte Kritik

Zweite Idee usb-> von vornerein "komplexer/durch zeitkacke -> irgendwie auch teuer

Dritte Idee esp32-CAM Module -> Hohe Latenzen und Zeitsynchronitätsaufwand

Viertens -> compute model + I/O shield auch teuer aber 2 csi Anschlüsse

5. Jetson mit 2 CSI Anschlüssen -> teuer und noch mehr Liefermangel

### 4.2.1 Wasserversorgung

integrierte Pumpe → Soll portable sein

Alternativ: Gartenschlauch mit Ventilsteuerung

#### Pumpe

Orientierung Gartenschlauch/Sprinkler: Durchfluss in etwa 20L/min; Druck bis 4 Bar; Düsenspritze ca. 1-2mm Durchmesser

Pumpe: Membranpumpe → Gleichbleibende Fördermenge bei hohen Druckunterschieden (Pumpe 1-4 Bar). Druck Vernachlässigen und Strömungslehre mit Fördermenge berechnen. Membranpumpe haben Druckschalter → wie ist ein/ausschaltverfahren? Delay etc. Auswahl Verwendung von Ventil zum Durchschalten oder von Versorgungsspannung der Pumpe???



Normale Pumpe: Komplexer durch Kennlinie → Berechnung des inneren Drucks nötig und Interpolation dieser. (Meiste Pumpen haben schon bei 1-2 Bar Probleme → Druckventil schaltet Pumpe aus.)

### **Wassertank**

Integriert oder Schlauch zu extern. Vor-/Nachteile Entscheidung?

Integriert:

Vollständig portable

;schwerer, Dichtigkeitsproblem

Extern:

Bedingt portable, einfacher zu realisieren, Systembetrachtung geringer

Wasserversorgung muss am Einsatzort möglich sein, lange Strecken und Höhen für Pumpe nicht gut.

## **4.3 Dreidimensionales Zielsystem**

<b>Motortyp</b>	<b>Vorteile</b>	<b>Nachteile</b>
-----------------	-----------------	------------------

*Fortsetzung auf nachfolgender Seite*

*Fortsetzung von vorheriger Seite*

Schrittmotor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sehr günstig und präzise</li> <li>• Schrittweite ca. <math>1.8^\circ</math></li> <li>• Besitzt Haltemoment</li> <li>• Berechnung der Position möglich (auch open-loop)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Am Ende des Zielbereichs Schrittweite zu groß (ca. 35cm bei 10m Bereich) → Übersetzung auf kleineren Winkel nötig</li> <li>• Zu geringe Drehzahl möglich. Führt zu langsamen anvisieren des bewegenden Ziels</li> <li>• Umso höher die Drehzahl umso niedriger der Torque → EM-Feld überholt Stator Schrittmotor-treiber nötig</li> </ul>
DC-Motor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hohe Drehzahl möglich → über Übersetzung kleine Winkel denkbar</li> <li>• PWM-gesteuert</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• H-Brücke nötig</li> <li>• Motorsteuerung und Regelung nötig + Sensoren</li> </ul>
Servomotor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keine Direkte Regelung nötig</li> <li>• Steuerung über PWM</li> <li>• hohe Genauigkeit und schnelle Stellzeit</li> <li>• keine Treiber nötig</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• keine günstigen 12V Motoren</li> <li>• ist Leistung ausreichend?</li> <li>• Spannungswandler nötig (5-8V)</li> </ul>

→ Entscheidung Servo/DC?

Mit Vision Schwerpunkt der Arbeit teils/ganz in HW-Realisierung?

## **5 Reflexion und Ausblick**

# Literatur

- [1] *2022 Developer Survey*. 2022. URL: <https://survey.stackoverflow.co/2022/>.
- [2] bussgeldkatalog.org. *Marderschreck Vergleich 2022: Aktuelle Empfehlungen im Überblick*. 2022. URL: <https://testsieger.bussgeldkatalog.org/marderschreck/>.
- [3] Jake Goulding. *What is Rust and why is it so popular?* 2020. URL: <https://stackoverflow.blog/2020/01/20/what-is-rust-and-why-is-it-so-popular/>.
- [4] Raja Kraus. *Mitteldeutsche Landkreise reagieren auf Wasserknappheit*. 2022. URL: <https://www.mdr.de/nachrichten/deutschland/panorama/trockenheit-wasserentnahmeverbot-100.html>.
- [5] Christine Riel. *So können Sie Waschbären vertreiben*. URL: <https://www.gartenjournal.net/waschbaer-vertreiben>.