Programmierung eines

Pseudo-Torrentnetzwerkes

Rechnerkommunikation und Middleware

Entwurfsarbeit der Studiengänge I-16/ I-17

Fachbereich Automatisierung und Informatik

Hochschule Harz

**Autoren:** Dirk Neumann (24160), Dominik Viererbe (25401)

**Dozent:** Prof. Dr. O. Drögehorn

**Veranstaltung/Semester:** Rechnerkommunikation und Middleware  
Wintersemester 2019/2020

I Inhaltsverzeichnis

[1 Einleitung 6](#_Toc29891068)

[2 Problemstellung 6](#_Toc29891069)

[3 Projektziele 6](#_Toc29891070)

[3.1 Soll-Kriterien 6](#_Toc29891071)

[3.2 Kann-Kriterien 7](#_Toc29891072)

[3.3 Projektabgrenzung 8](#_Toc29891073)

[4 Architekturentwurf 8](#_Toc29891074)

[4.1 Logische Architektur 8](#_Toc29891075)

[4.2 Technische Architektur 10](#_Toc29891076)

[5 Implementierung 11](#_Toc29891077)

[6 Diskussion der Ergebnisse 11](#_Toc29891078)

[7 Fazit 11](#_Toc29891079)

[8 Ausblick 12](#_Toc29891080)

[9 Quellen 13](#_Toc29891081)

[9.1 Literaturquellen 13](#_Toc29891082)

[9.2 Bildquellen 13](#_Toc29891083)

[10 Anhang 14](#_Toc29891084)

[10.1 Glossar 14](#_Toc29891085)

[10.2 Verwendete Programme 14](#_Toc29891086)

[10.3 Projektdateien 14](#_Toc29891087)

II Abbildungsverzeichnis

[Abbildung 1: Darstellung des Projektplanes in Form eines Gantt Diagrammes 14](#_Toc18138248)

[Abbildung 2: Zweiter Teil des Gantt Diagramms 14](#_Toc18138249)

[Abbildung 3: Netzplan inklusive Legende 15](#_Toc18138250)

[Abbildung 4: Logische Architektur des Prototypen 17](#_Toc18138251)

[Abbildung 5: Technische Architektur des Prototypen 18](#_Toc18138252)

[Abbildung 6: Ablaufdiagramm des Steuerungsmoduls 19](#_Toc18138253)

[Abbildung 7: Hauptmenü der Raspberry Pi Konfiguration 21](#_Toc18138254)

[Abbildung 8: Interface Optionen des Raspberry Pi 21](#_Toc18138255)

[Abbildung 9: Konfigurationsfenster zum aktivieren des SSH-Servers auf den Raspberry Pi 21](#_Toc18138256)

[Abbildung 10: HelloWorld.cs Datei mit C#-Code 22](#_Toc18138257)

[Abbildung 11: Beispielcode für ein C#-Fensterprogramm 23](#_Toc18138258)

[Abbildung 12: Druckknopf mit Kabelverbindung zum Raspberry Pi 24](#_Toc18138259)

[Abbildung 13: Raspberry Pi mit Anschlüssen ans das Lichtband 25](#_Toc18138260)

[Abbildung 14: Konfigurationsmenü des Raspberry Pi 26](#_Toc18138261)

[Abbildung 15: Kamera Flachbandkabel in CSI-Anschluss am Raspberry Pi 27](#_Toc18138262)

[Abbildung 16: Raspberry Pi Gehäuse samt anbauten 28](#_Toc18138263)

[Abbildung 17: Website des Azure-Vision-Service mit anzuwählenden Menüpunkt 29](#_Toc18138264)

[Abbildung 18: Webansicht des abonnierten Service 29](#_Toc18138265)

[Abbildung 19: Inhalt einer .ini Konfigurationsdatei für Python-Skripte 32](#_Toc18138266)

[Abbildung 20: Download der 64bit-Version von „XnViewMP“ für Windows als .zip-Datei 35](#_Toc18138267)

[Abbildung 21: Laden der Originalbilder für die Stapelverarbeitung in "XnViewMP" 35](#_Toc18138268)

[Abbildung 22: Auswählen der einzelnen Bearbeitungsschritte 36](#_Toc18138269)

[Abbildung 23: Festlegen von Speicherort und Name der bearbeiteten Bilder und optionales Speichern der Routine 36](#_Toc18138270)

[Abbildung 24: Aufbereitete Ausgangsdaten 40](#_Toc18138271)

[Abbildung 25: Farbmethodendaten gemittelt über Kontraststufen 41](#_Toc18138272)

[Abbildung 26: ANOVA Farbmethodendaten gemittelt über Kontraststufen 42](#_Toc18138273)

[Abbildung 27: Position des Prototypen, gehalten von einem der Projektgruppenmitglieder - mit Handykamera aufgenommen 45](#_Toc18138274)

[Abbildung 28: Aussichtsplattform des Wolfgeheges - mit Handykamera aufgenommen 46](#_Toc18138275)

[Abbildung 29: Wölfe im ersten Systemtest - mit Handykamera aufgenommen 47](#_Toc18138276)

[Abbildung 30: Wölfe im zweiten Systemtest 48](#_Toc18138277)

III Tabellenverzeichnis

[Tabelle 1: Projektplan 12](#_Toc18138278)

[Tabelle 2: Vergleich der Programmiersprachen 16](#_Toc18138279)

[Tabelle 3: Benennungen der Testbilder 37](#_Toc18138280)

[Tabelle 4: Übersicht der Stempel aus MSA-CV, die mit Wölfen in Verbindung stehen 39](#_Toc18138281)

[Tabelle 5: Kennzahlen im Kastendiagramm 41](#_Toc18138282)

[Tabelle 6: Fehlerlösungsansätze 48](#_Toc18138283)

IV Abkürzungsverzeichnis

|  |  |
| --- | --- |
| Abkürzung | Bedeutung |
| HSH | Herdenschutzhunde |
| JSON | JavaScript Object Notation |
| VSCE | Visual Studio 2019 Community Edition |
| MSA-CV | Microsoft Azure Computer Vision |
| PG | Programm |
| PLA | Polylactide |
| SPI | Serial Peripheral Interface |
| WB | Wolfsbild |
| WSS | Weidenschutzzäune |

V Versionsgeschichte

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Autor | Version | Datum | Änderungen |
| Fabian Theuerkauf | 0.1 | 21.05.2019 | Dokument erstellt |
| Alexander  Luft | 0.2 | 25.05.2019 | Projektplanung, Architekturentwurf |
| Projektgruppe | 0.3 | 27.05.2019 | Dokument überarbeitet |
| Fabian Theuerkauf | 0.4 | 27.05.2019 | Formatierung angepasst, Kapitel 2 & 4 eingefügt |
| Fabian Theuerkauf | 0.5 | 28.05.2019 | Kapitel 4 überarbeitet, Tests eingefügt, Kapitel 3 eingefügt |
| Dirk Neumann | 0.6 | 02.06.2019 | Erweiterung des Testkapitels |
| Fabian Theuerkauf, Dirk Neumann | 0.7 | 03.06.2019 | Version 0.6 Review |
| Fabian Theuerkauf | 0.8 | 06.06.2019 | Kapitel Entwicklungswerkzeuge, Architekturentwurf, Projektplanung überarbeitet |
| Projektgruppe | 0.9 | 18.07.2019 | Kapitel 11,12,13,14 eingefügt |
| Fabian Theuerkauf | 0.10 | 28.07.2019 | Abbildung Netzplan und Technische Architektur überarbeitet, automatische Nummerierung im Fließtext eingefügt |
| Fabian Theuerkauf | 0.11 | 5.08.2019 | Kapitel 8 eingefügt |
| Alexander Luft | 0.12 | 15.08.2019 | Kapitel 3 & 3.1 eingefügt |
| Alexander Luft | 0.13 | 17.08.2019 | Kapitel 3.2 eingefügt |
| Alexander Luft | 0.14 | 18.08.2019 | Kapitel 9.1.1.2 bis 9.1.2 eingefügt |
| Dirk Neumann | 0.15 | 21.08.2019 | Testkapitel inhaltlich fertiggestellt |
| Dirk Neumann | 0.16 | 26.08.2019 | Testkapitel stilistisch überarbeitet |
| Alexander Luft | 0.17 | 26.08.2019 | Kapitel 9.1.3 bis 9.1.4 eingefügt |
| Alexander Luft | 0.18 | 27.08.2019 | Kapitel 9.2 eingefügt |
| Projektgruppe | 0.19 | 29.08.2019 | Kapitel 9 überarbeitet |
| Projektgruppe | 0.20 | 30.08.2019 | Quellen überarbeitet, Bildreferenzen vervollständigt |

# Einleitung

Das Projekt wird im Zuge des Anwendungspraktikums der Lehrveranstaltungen Future Internet/Internet of Things und Digitales Kulturerbe durchgeführt. Die Studierenden sollen strukturierte Entwicklungsarbeit, mit dem Fokus auf Projektmanagement, anhand einer selbst gewählten Aufgabenstellung, sowie die Grundlagen des Arbeitens mit Clouddienstanbietern erlernen und vertiefen.

Seitdem Wölfe wieder in Deutschland heimisch werden, entstehen vermehrt Konflikte zwischen dem Artenschutz des Wolfes und der Nutzviehhaltung. Durch das Reißen von Nutztieren entstehen wirtschaftliche Schäden, welche nicht nur den Nutztierhalter, sondern auch Bund und Länder finanziell betreffen [2,3,4]. Dazu wurden in der Vergangenheit bereits einige Schutzmaßnahmen etabliert, darunter am stärksten Herdenschutzzäune und Herdenschutzhunde, die sich jedoch nicht als wirtschaftlich erweisen [1].

# Problemstellung

Der Wolf spielt eine wichtige Rolle bei der Entwicklung und den Erhalt verschiedener Ökosysteme. Er wird aber aufgrund wirtschaftlicher Aspekte dennoch bejagt bzw. geschossen. Deswegen soll ein System geschaffen werden, welches sowohl die Weidetiere des Menschen schützt und dementsprechend die wirtschaftlichen Schäden die der Wolf verursacht reduziert, als auch die Wölfe.

# Projektziele

Alle der bisher vorgestellten Technologien zum Herdenschutz haben jeweils ihre funktionalen Nachteile. Ferner aber, sind alle der genannten Maßnahmen unwirtschaftlich, wenn man die Kosten für deren Anschaffung und die laufenden Kosten mit den Schäden vergleicht, die entstehen, wenn eine Herde nicht geschützt werden kann und ein Wolf ein oder mehrere Tiere reißt [2,3,4].

Dem entgegen ist das Ziel des Projektes „Wolfsabschreckung“ ein System zu konzipieren und realisieren, welches Wölfe zuverlässig und zu jeder Zeit erkennt und abschreckt und dabei keine großen Kosten erzeugt. Im Zielzustand müssen Wölfe bei einer möglichst großen Vielfalt von unterschiedlichen Szenarien, z.B. verschiedene Witterungsbedingungen und Bildqualitäten, als solche erkannt werden. Diese Szenarien und Bildqualitäten werden im Kapitel „10. Tests“ näher erläutert. Des Weiteren muss das System in der Lage sein, Wölfe von wolfsähnlichen Hunden zu unterscheiden. Im Kontext der Veranstaltung „Future Internet / Digitales Kulturerbe Anwendungspraktikum“ wird aber ein verringerter Umfang, für die den soeben definierten Zielzustand angenommen, welcher im Folgenden im Detail erklärt wird.

## Soll-Kriterien

Die grundlegende Funktionalität, die Erkennung von Wölfen mithilfe eines Minicomputer, muss in jedem Fall gewährleistet sein. Dazu soll ein Hardwareprototyp realisiert werden, der im Falle der Erkennung eines Wolfs die entsprechenden Abwehrmaßnahmen einleitet. Die Erkennung des Wolfes soll, als Projektanforderung, über einen Dienst eines ausgewählten Clouddienstanbieters erfolgen. Dieser Dienst führt dann, entsprechend der Implementierung des Anbieters, eine Bildklassifizierung durch und sendet die Ergebnisse, also die erkannten Objekte mit dem dazugehörigen Konfidenzintervall, zurück an das Hardwaremodul. Aufgrund der erkannten Objekte muss die Software des Prototyps dann entscheiden, ob eine Abwehrmaßname eingeleitet werden soll. Die Abwehrmaßnahmen bestehen dabei zum einen aus einer visuellen Abschreckung über LEDs in unterschiedlichen Farben und zum anderen aus einer akustischen Abschreckung über Lautsprecher.

## Kann-Kriterien

Bei einer Erweiterung des Prototyps muss beachtet werden, dass der Funktionsumfang so erweitert wird, dass die Abschreckung von Wölfen, sichergestellt bleibt. Dazu sollte das erweiterte System zusätzlich Nachtaufnahmen über eine Infrarotkamera möglich machen. So können ganztägig Aufnahmen erstellt und so Wölfe rund um die Uhr abgeschreckt werden. Die Daten könnten bevor sie an den Clouddienst geschickt werden optimiert werden. Die Wolfserkennung findet weiterhin durch den Clouddienst statt. Hier kann eine speziell trainierte künstliche Intelligenz für bessere Ergebnisse sorgen als die Standardvariante. Für den Fall, dass ein Wolf erkannt wird, kann die Wolfsabwehr vielfältiger gestaltet werden. Durch die Variation von verschiedenen Farben und Tönen kann verhindert werden, dass sich ein Wolf an ein Muster bei der Abwehr gewöhnt.

Die Station selbst kann mit einem Stativ und Gehäuse gegen Witterungsverhältnisse verstärk werden und zusätzlich mit Diebstahlschutz oder eindeutiger Zuordnung zu einem Besitzer versehen werden.

## Projektabgrenzung

Wie bereits erläutert, wird ein reduzierter Umfang des ursprünglichen Zielzustandes angenommen. Das heißt, die Wolfserkennung des Prototyps soll nur unter optimalen Bedingung, also ohne Rücksicht auf schlechte Witterungsverhältnisse wie z.B. Nebel oder starken Regen, ein zuverlässiges Ergebnis liefern. Dementsprechend wird nur eine Standard RGB-Kamera und keine für Nachtaufnahmen benötigte Infrarotkamera verwendet. Auch die bereits erwähnte Unterscheidung zwischen Wölfen und wolfsähnlichen Hunden wird, wenn überhaupt, nur rudimentär versucht umzusetzen, da die für das Projekt geplante Zeit nicht ausreicht, eine dafür geeignete Künstliche Intelligenz zu trainieren und zu testen.

Im Gegensatz zu bestehenden Projekten, soll der zu bauende Prototyp den Wolf nicht direkt schaden, wie es z.B. das Elektroschock-Halsband tut [5], sondern ihn nur abschrecken. Des Weiteren sind die gewählten Abwehrmechanismen nicht wolfsgebunden, das heißt dem Wolf muss keine Hardware angelegt werden, wie es z.B. bei einem Sensorhalsband der Fall ist.

# Architekturentwurf

Im Folgenden wird die Architektur, des zu konstruierenden Prototypen beschrieben. Dazu wird erst eine Unterteilung in verschiedene Aufgaben vorgenommen, welche dann im nächsten Schritt umgesetzt werden sollen.

## Logische Architektur

Um den Wolf abschrecken zu können benötigt der Prototyp ein Hardware-Modul, welches in der Lage ist, Bilder oder Videos aufzunehmen. Da, im Rahmen des Projektes, nur der Wolf abgeschreckt werden soll, wird, wie in Abbildung 4 zu sehen ist, ein Modul benötigte, welches Objekte verschiedener Art zuverlässig voneinander unterscheiden kann. Wenn dann ein Wolf erkannt wird, benötigt der Prototyp ein oder mehrere Module, welche den Wolf, durch verschiedene Abwehrmaßnahmen verjagen können, ohne diesen jedoch direkt zu gefährden.

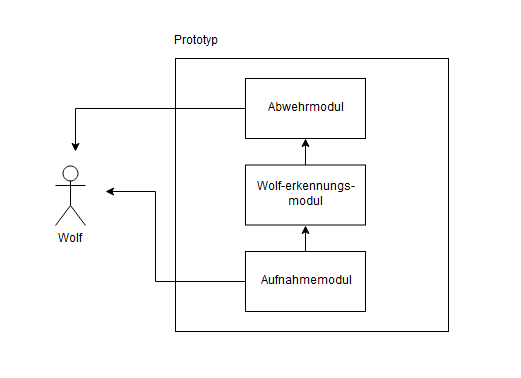


Abbildung 4: Logische Architektur des Prototypen

## Technische Architektur

Die Erfassung des näheren Umfeldes des Minicomputers wird durch ein Kameramodul geleistet. Dieses nimmt in konfigurierbaren Zeitintervallen Bilder auf und speichert diese lokal auf dem Minicomputer. Der dabei abgedeckte Winkel, sowie die Kamerareichweite und die Fähigkeit zu Nachtaufnahmen, hängen von dem ausgewählten Kameramodul ab. Auf dem Minicomputer werden mehrere Aufgaben von einem Programm koordiniert. Zum einen wird in einem konfigurierbaren Zeitintervall ein Bild aus dem Datenstrom der Kamera auf die SD-Karte des Minicomputers gespeichert. Zum anderen wird dieses Bild von einem anderen Unterprogram wieder geladen und an MSA-CV gesendet. Dort wird es dann ausgewertet und die dabei entstehenden Bildklassifizierungsinformationen zurück an den Minicomputer gesendet. Wie in Abbildung 5 zu sehen ist, wird anschließend anhand dieser Informationen entschieden, ob Abwehrmaßnahmen ausgeführt werden sollen oder nicht.

Als Abwehrmaßnahmen wird eine Kombination von visuellen und akustischen Reizen verwendet. Das Zusammenspiel aus den Lichtimpulsen und den lauten und unnatürlichen Geräuschen sollen den Wolf abschrecken. Aufgrund der Anpassungsfähigkeit, bzw. der beim Wolf ausgeprägten Lernfähigkeit, werden die Lichteffekte und die akustischen Signale variiert. Auch diese Unterprogramme werden durch das bereits genannte Koordinationsprogram gesteuert.

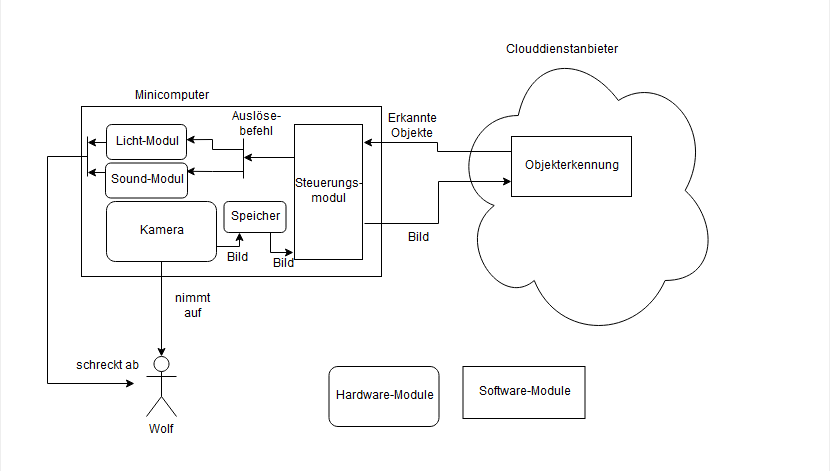


Abbildung 5: Technische Architektur des Prototypen

# Implementierung

# Diskussion der Ergebnisse

Im Rahmen der Veranstaltungen ist es gelungen, einen funktionsfähigen Prototypen zu bauen. Dieser weist allerdings noch Mängel auf, die in dem bestehenden Kontext nicht mehr gelöst werden können. Die Notwendigkeit einer stabilen und wenn möglich auch qualitativ guten Internetverbindung ist die größte Schwäche des Prototyps. In ländlichen Regionen ist eine solche womöglich nicht immer gewährleistet, sodass die Wolfserkennung nicht funktioniert. Auch bei der Hardware treten noch Mängel auf. Die genutzte Kamera bietet für einen ersten Prototyp eine ausreichende Qualität, sollte aber bei der Weiterentwicklung durch ein leistungsfähigeres Modell ausgetauscht werden, welches in der Lage ist, Bilder mit besserer Qualität aufzunehmen, sodass die Wolfserkennung zusätzlich verbessert wird.

Zusätzlich zu den eben beschriebenen Hardware- und Softwaremängeln, treten auch bei dem Testaufbau Probleme auf. So fand ein Test der Wolfserkennung mit in Gefangenschaft lebenden Wölfen statt, welche regelmäßig gefüttert werden und entsprechend an den Kontakt mit Menschen, auch mit größeren und lauteren Menschenmengen, schon gewöhnt sind und dementsprechend ein Verhalten zeigen, welches für freilebende Wölfe unnatürlich ist. Des Weiteren wurde auf Wunsch der Tierparkleitung Thale auf ein Auslösen der Abwehrmechanismen verzichtet, sodass nicht getestet werden konnte, ob die Wölfe überhaupt auf diese mit Flucht reagieren. Auch ist nicht getestet, ob die Abwehrmechanismen des Prototyps genug variiertet werden, um einen effektiven und langfristigen Schutz vor Wölfen zu leisten.

# Fazit

Im Kontext dieses Projektes wurde die Thematik Rückkehr des Wolfes nach Deutschland genauer betrachtet. Der wachsende Konflikt innerhalb dieser Thematik zwischen dem Umweltschutz auf der einen Seite und der wirtschaftlichen Situation der Viehbesitzer auf der anderen Seite wurde dabei genauer untersucht, um einen möglichen Lösungsansatz zu finden und nachzuverfolgen. Bei diesem Ansatz handelte es sich um die Abschreckung der Wölfe, um auf der einen Seite die Tiere der Viehbesitzer zu schützen, auf der anderen Seite aber keine existenzielle Bedrohung der Wölfe in Aussicht zu stellen. Die Wolfsabschreckung hatte damit das Ziel den Konflikt nachhaltig zu lösen. Der Begriff Nachhaltigkeit ist dabei unterteilt in ökonomisch nachhaltig für die Viehbesitzer, ökologisch nachhaltig für die Spezies Wolf und deren positive Auswirkungen auf die Biodiversität in seinem Revier und sozial nachhaltig im Bezug darauf, Bedenken und daraus resultierende Debatten und Konfliktpotenziale in Politik und Gesellschaft beizulegen. Um diesen neuen Ansatz der Wolfsabschreckung weiter nachzuverfolgen, wurde der bisherige Stand des Herdenschutzes und des Wolfsverhaltens genauer untersucht, wobei ein Kompromiss zwischen Effektivität der Abschreckung und Tierschutz gefunden werden sollte. Das Ergebnis dieser Nachforschungen war die Festlegung auf eine audiovisuelle Abschreckung welche orts- und nicht wolfgebunden sein sollte. Im nächsten Schritt wurden die entsprechenden Anforderungen aufgestellt und zu den bestehenden architektonischen Anforderungen hinzugefügt. Anschließend begann die konzeptionelle Phase, in der die Systemarchitektur entworfen wurde und Entscheidungen zur zu verwendenden Technologien getroffen wurde. Dazu gehörten der Clouddienstanbieter, Entwicklungsumgebungen, Programmiersprachen, Hardware und Hilfssoftware.

Nach Beginn der Implementierungsphase wurden einige dieser Entscheidungen wieder verworfen und noch weitere Festlegungen getroffen von Aspekten die im Vorhinein falsch entschieden oder nicht bedacht worden waren. Eine dieser Entscheidungen ist dabei die Wahl der zu nutzende Programmiersprache. Ursprünglich wurde sich für C# als Entwicklungswerkzeug entschieden. Nach nicht lösbaren Kompatibilitätsproblemen musste diese Wahl allerdings revidiert werden, sodass für die Implementierung der nötigen Softwaremodule die Programmiersprache Python ausgewählt wurde, da sie die native Sprache des Raspberry Pis ist und für alle benötigten Hardwaremodule kompatible Bibliotheken bietet. Ab Mitte der Implementierungsphase wurde zudem der Modultest begonnen und nach ersten Versuchen erweitert.

Die entstandenen Daten wurden ausgewertet und ein Fazit zum Bilderkennung mit MSA-CV erstellt. Nach erfolgreicher Gesamtimplementierung wurden Systemtests begonnen, wobei auch hier nach einem ersten Durchlauf Verbesserungen am System durchgeführt wurden, welche die Ergebnisse im zweiten Versuchsdurchlauf positiv beeinflusst haben.

Nach Ablauf der Projektlaufzeit ist damit ein funktionsfähiger Prototyp unter Berücksichtigung der zu Beginn aufgestellten Anforderungen konzipiert, realisiert und getestet. Die Tests haben dabei ergeben, dass der Prototyp grundlegend funktioniert, für einen professionellen Einsatz allerdings noch nicht geeignet ist. Die Systemtests waren nicht geeignet um die Marktfähigkeit des Produktes im realen Einsatzgebiet zu überprüfen und weitere Randbedingungen die bei längerem Einsatz zu beachten sind wurden im Rahmen des Projektes vernachlässigt. Als grundlegende Erkundung dieses Gebiets ist das Projekt dennoch erfolgreich gewesen. Es konnte gezeigt werden, dass es möglich ist mit Hilfe eines Minicomputers und einer einfachen Kamera Wölfe über einen Bildklassifizierungsalgorithmus erkennen zu lassen. Ob und wie diese Erkenntnis in Zukunft genutzt werden wird ist vorerst nicht ersichtlich, weitere Möglichkeiten was und wie verbessert werden kann wird im Ausblick dargestellt.

# Ausblick

Nach erfolgreicher Konzeption und Realisierung eines Prototyps kann diese Grundlagenerkundung genutzt werden um ein potenziell marktreifes Produkt weiter zu entwickeln. Dabei sind vordergründig die Hardwarekomponenten und der Bildklassifizierungsalgorithmus als Punkte mit dem größten Ausbaupotenzial zu nennen. Im Bereich der Hardware ist eine hochauflösende Kamera mit großem Aufnahmewinkel, eines feste oder unabhängige Stromversorgung, sowie Witterungs- und Diebstahlschutz zu nennen. Im Bereich der Bildklassifizierung könnten bessere Ergebnisse mit einer lokalen, einer drittanbieterunabhängigen und/ oder einer selbst auf einen bestimmten Bereich trainierten künstlichen Intelligenz erzielt werden.

Werden diese Erweiterungen berücksichtigt oder ähnliche Verbesserungen eingeführt, die die Funktionalität des Gesamtsystems stabilisieren oder erweitern, kann ein solches Produkt die anfangs gesetzte Motivation als neues Projektziel erreichen und so einen Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung der Pflanzen- und Tierwelt leisten. Zudem skaliert ein solches Projekt auch global, denn jedes System für sich ist unabhängig. Kumulierte man die Daten einzelner Systeme ließe sich zudem ein Beitrag zum Wolfsmonitoring und –management leiten.

Darüber hinaus ist die verwendete Technologie nicht nur auf Wölfe anwendbar. So wie Schafe vor Wölfen geschützt werden können, könnten auch Hühner für Füchsen oder Mardern geschützt werden. Genauso kann mit dieser Technologie nicht nur die Populationsentwicklung von Wölfen überwacht werden, sondern auch die anderer gefährdeter oder vom Aussterben bedrohter Tierarten. Damit sind tiererkennende Überwachungs- und Abschreckungssysteme umfangreich anwendbar und bergen ein großes Potenzial in Bezug auf wirtschaftliche als auch nachhaltige Projekte.

# Quellen

## Literaturquellen

1. Deutschland. Sachsen / Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie [Herausgeber/in], *Erprobung und Bewertung von Schutzmaßnahmen für Nutztiere vor dem Wolf, insbesondere der Einsatz von Herdenschutzhunden und Elektronetzen.* Dresden: Sachsen / Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, 2014 [Online]. Verfügbar: https://www.publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/22053/documents/30077. [Zugriff: 14.04.2019].

## Bildquellen

[WB1]

https://images.ecosia.org/1SgdlOP4r4trCziiTyogcgvsFE=/0x390/smart/http%3A%2F%2Ffootage.framepool.com%2Fshotimg%2Fqf%2F616256141-wolf-ungarn-stamm-pflanze-raubtier.jpg [29.07.2019]

# Anhang

## Glossar

|  |  |
| --- | --- |
| Wort | Bedeutung |
| Adafruit | Open-Source-Hardware Unternehmen |

## Verwendete Programme

[PG1] XnViewMP: https://www.xnview.com/de/xnviewmp/

[Zugriff: 28.07.2019]

[PG2] PuTTY https://www.putty.org/

[Zugriff: 30.08.2019]

[PG3] Etcher https://www.balena.io/etcher/

[Zugriff: 30.08.2019]

[PG4] Testprogramm Modultest https://github.com/NeumannDirk/Wolfsabschreckung

[Zugriff: 30.08.2019]

## Projektdateien

Link: <https://github.com/NeumannDirk/Wolfsabschreckung>