



Hochschule für Technik  
und Wirtschaft Berlin

University of Applied Sciences



HOCHSCHULE FÜR TECHNIK UND WIRTSCHAFT (HTW) BERLIN, UMWELTINFORMATIK

# THEMEN FÜR ABSCHLUSSARBEITEN MIT BEZÜGEN ZU DEN LAUFENDEN FORSCHUNGSPROJEKTEN AR4WIND & IQTRANS & NIETRO2

Frank Fuchs-Kittowski, Simon Burkard, Paul Schulze

Berlin, 02.12.2022

---

IN ZUSAMMENARBEIT MIT / GEFÖRDERT VON



IQ-Trans





---

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Mobile Anwendungen für Bürger zum Thema Niedrigwasser und Trockenheit (NieTro2)</b>	<b>2</b>
1.1	Maßnahmen zur Akquise und Motivation freiwilliger Helfer in Citizen Science-Anwendungen	2
1.2	Entwicklung einer mobilen Gamification-App zur Sensibilisierung und Bewusstseinsbildung der Bevölkerung zum Thema Niedrigwasser und Trockenheit	2
1.3	Entwicklung einer mobilen Augmented Reality-App zur Sensibilisierung und Bewusstseinsbildung der Bevölkerung zum Thema Niedrigwasser und Trockenheit	2
1.4	Datenqualität und Qualitätsmetriken für die Integration von phänologischen Daten aus öffentlichen Informationsportalen	2
<b>2</b>	<b>Mobile Erweiterte Realität / Augmented Reality (AR4WIND)</b>	<b>3</b>
2.1	Entwicklung einer AR-Anwendung zur Visualisierung von PV-Anlagen auf Gebäuden	3
2.2	Erzeugung und Visualisierung von 3D-Landschaftsmodellen mit Hilfe von UAVs	3
2.3	Evaluation von Lokalisierungsverfahren für Outdoor Augmented Reality	4
<b>3</b>	<b>Transport empfindlicher Güter (IQTrans)</b>	<b>6</b>
3.1	Gefahrstellenermittlung und -warnung auf der aktuell gewählten Fahrtroute	6
3.2	Routennavigation und -optimierung nach der Oberflächen-Beschaffenheit der Fahrbahn	6
3.3	Klassifikation des Fahrverhaltens mittels eines Smartphones	7
3.4	Entwicklung eines Visualisierungs- und Interaktionskonzept für ein Fahrerassistenzsystem	7
<b>4</b>	<b>Outdoor Mobile Augmented Reality (AR4WIND)</b>	<b>9</b>
4.1	Kollaboration in mobilen Augmented Reality Anwendungen (Bachelor)	9
4.2	Kollaborative Mobile Augmented Reality (Master)	9
4.3	Entwicklung eines Planungssystems für Urban Gardens mit mobiler Augmented Reality	10
4.4	Konzeption und Entwicklung einer mAR-Anwendung zum Erkennen von Objekten in Bildern	11
4.5	Konzeption und Entwicklung einer mAR-Anwendung Vermessen der realen Umgebung	11
<b>5</b>	<b>AR-Drohnen</b>	<b>12</b>
5.1	Architektur einer AR-Drohne (Bachelor)	12
5.2	Geobasiertes Augmented Reality für Drohnen (Quadrocopter/Small UAVs) (Master)	12
5.2.1	AR-Drohnen-Anwendungen (Grundlagen/Analyse/Klassifizierung/Herausforderungen)	12
5.2.2	AR-Drohnen-Anwendungen (Implementierung & Kalibrierungs-/Korrekturmöglichkeiten):	12

# 1 Mobile Anwendungen für Bürger zum Thema Niedrigwasser und Trockenheit (NieTro2)

## 1.1 Maßnahmen zur Akquise und Motivation freiwilliger Helfer in Citizen Science-Anwendungen

Fragestellung:

- wie bzw. mit welchen Maßnahmen kann man am besten geeignete freiwillige Bürger finden und akquirieren und motivieren, damit diese (spontan oder regelmäßig) die [im Projekt NieTro2] erforderlichen Daten sammeln??

## 1.2 Entwicklung einer mobilen Gamification-App zur Sensibilisierung und Bewusstseinsbildung der Bevölkerung zum Thema Niedrigwasser und Trockenheit

Fragestellung:

- t.b.d.

## 1.3 Entwicklung einer mobilen Augmented Reality-App zur Sensibilisierung und Bewusstseinsbildung der Bevölkerung zum Thema Niedrigwasser und Trockenheit

Fragestellung:

- t.b.d.

## 1.4 Datenqualität und Qualitätsmetriken für die Integration von phänologischen Daten aus öffentlichen Informationsportalen

Motivation

- Phänologische Daten aus diversen Beobachtungsnetzwerken sind in großem Umfang in verschiedenen Informationsportalen (z.B. iNaturalist) kostenlos verfügbar

Problem

- Die Qualität der einzelnen phänologischen Beobachtungen ist unterschiedlich

Zielsetzung

- Entwicklung von Anforderungen an die Datenqualität von phänologischen Beobachtungen zur Nutzung im NieTro-Projekt
- Entwicklung von Qualitätsmetriken zur Überprüfung von vorhandenen Daten in Informationsportalen

Vorgehen

- T.b.d.

## 2 Mobile Erweiterte Realität / Augmented Reality (AR4WIND)

### 2.1 Entwicklung einer AR-Anwendung zur Visualisierung von PV-Anlagen auf Gebäuden

Bereits in vielen Bundesländern wird eine verpflichtende Errichtung von PV-Anlagen an neuen Wohnhäusern, Gewerbedächern, Parkplätzen etc. angestrebt ("Solarpflicht"). Die visuellen Auswirkungen neu errichteter PV-Anlagen auf Gebäudedächern o.ä. bleiben jedoch (für Laien) oftmals unklar. Mithilfe von Augmented Reality könnten geplante PV-Anlagen vor Ort realitätsgetreu im Kamerabild mobiler Endgeräte dargestellt werden und auf diese Weise verschiedene PV-Planungsszenarien verglichen und visualisiert werden. Zur Realisierung einer solchen AR-Anwendung könnten existierende mobile AR-SDKs genutzt werden. Zudem wäre die Integration von 3D-Gebäudemodellen notwendig, ggfs. auch die vorherige Generierung von 3D-Gebäudemodellen, z.B. mit Photogrammetrie-Software.

(Mögliche) Inhalte der Arbeit:

- Analyse / Recherche von Anforderungen an eine AR-App zur Visualisierung von PV-Anlagen auf Gebäuden
- Entwurf der Benutzeroberfläche der AR-App
- Integration (ggf. auch Erzeugung) von 3D-Gebäudemodellen
- Implementierung der AR-App mit etablierten AR-SDKs

[Unterthema, das sich auch als eigenständige Arbeit anbieten würde]

#### **Erzeugung von 3D-Gebäudemodellen für AR-Anwendungen:**

- Analyse/Entwicklung von Verfahren zur Generierung von 3D-Gebäudemodellen, die z.B. für solche PV-AR-Anwendungen genutzt werden könnten, z.B. mittels Photogrammetrie aus Kameraeinzelbildern, Drohnenaufnahmen etc.

### 2.2 Erzeugung und Visualisierung von 3D-Landschaftsmodellen mit Hilfe von UAVs

Unmanned Aerial Vehicles (UAVs; Drohnen) besitzen großen Potenzial, auf kostengünstige Art und Weise georeferenzierte 3D-Modelle der Landschaft zu generieren. Zu diesem Zweck existieren bereits verschiedene Software-Lösungen auf dem Markt (OpenDroneMap, Agisoft Metashape, DroneDeploy etc.), um aus Drohnenaufnahmen hochwertige 3D-Modelle der Landschaft zu erzeugen. Die erzeugten 3D-Landschaftsmodelle können schließlich im Rahmen unterschiedlicher Anwendungsszenarien genutzt werden, z.B. zur webbasierte Visualisierung und Einbettung der 3D-Modelle in GIS-Web-Anwendungen oder zur Visualisierung der virtuellen Landschaft mittels Augmented Reality (z.B. bei Vor-Ort-Visualisierungen zur Bürgerbeteiligung, in Bauplanungsprozessen, zur realistischen Visualisierung von PV-Anlagen etc.)

(Mögliche) Inhalte der Arbeit:

- Vergleich und Evaluation der existierenden UAV-Mapping-Softwarelösungen
- Optimierung und Aufbereitung der erzeugten 3D-Landschaftsmodelle für webbasierte / AR-basierte Anwendungsszenarien (z.B. Dateigrößenreduktion)
- Einbettung/Integration der Modelle innerhalb von (existierenden) AR-Visualisierungs-Frameworks bzw. Web-Anwendungen

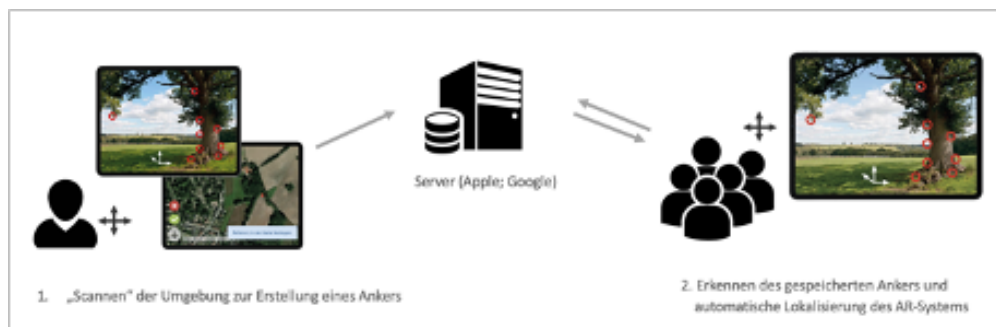
### 2.3 Evaluation von Lokalisierungsverfahren für Outdoor Augmented Reality

Outdoor Augmented Reality Anwendungen haben ein großes Potenzial für realitätsnahe Vor-Ort-Visualisierungen, z.B. bei Bauplanungsprozessen oder Navigationsaufgaben. Eine wichtige Voraussetzung für realitätsnahe AR-Darstellungen ist eine präzise globale Lokalisierung des mobilen AR-Systems (Smartphone, Tablet). Eine solche Geo-Lokalisierung stellt jedoch eine große technische Herausforderung dar.

Sofern die AR-Visualisierungen an festen, vorab definierten Standorten durchgeführt werden, besteht ein möglicher Lösungsansatz zur robusten Lokalisierung mobiler Geräte darin, sogenannte AR-Anker (AR Cloud Anchors) vorab an den Standorten zu erstellen. AR-Geräte können sich dann anschließend anhand dieser Anker lokalisieren und ausrichten. Ein solcher Lokalisierungsvorgang besteht also aus zwei wesentlichen Schritten (siehe Abb. 1):

- 1 An einem Visualisierungsstandort wird vorab die Umgebung per „Scan-App“ erfasst und ein virtueller AR-Anker erstellt. Dieser wird serverbasiert gespeichert.
- 2 AR-Nutzer können zu einem späteren Zeitpunkt mit einer „AR-App“ am selben Standort die Umgebung erfassen und dabei den Anker-Punkt erkennen. Das AR-Gerät wird dann automatisch anhand des Ankers lokalisiert.

Abbildung 1: Grober Ablauf zur Lokalisierung mobiler AR-System mithilfe von AR-Anker



(Mögliche) Inhalte der Arbeit (Aufgabenstellung): Es existieren bereits Entwicklerwerkzeuge zum Erfassen und Erkennen von AR-Ankern (z.B. Unity AR Foundation<sup>1</sup>, Google ARCore<sup>2</sup>, Apple ARKit<sup>3</sup>). Die Genauigkeit und Robustheit der mit diesen Tools erstellten AR-Ankern ist jedoch bisher kaum erforscht, insbesondere an Standorten im Freien. Daher soll die Untersuchung der Genauigkeit und Robustheit von AR-Lokalisierungsverfahren auf Basis von "Geo-Ankern" (z.B. Analyse von geeigneten und nicht geeigneten Standorten für AR-Anker, Analyse der Genauigkeit, Untersuchung/Optimierung der User Experience von entwickelten Prototypen, ...) Gegenstand dieser Arbeit sein.

Die Untersuchung der folgenden Fragestellungen ist daher von Interesse:

- An welchen Standorten sind AR-Anker gut/zuverlässig erstellbar und wiedererkennbar? Gibt es Standortfaktoren (z.B. homogene Straße/Wiese, Dunkelheit etc.), bei denen die AR-Anker weniger gut/unzuverlässig funktionieren?
- Wie genau lassen sich AR-System mithilfe der erstellten Anker lokalisieren?

<sup>1</sup> Unity (2022). AR anchor manager. AR Foundation documentation. <https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.xr.arfoundation@4.1/manual/anchor-manager.html>

<sup>2</sup> Google (2022): Working with Anchors. AR Core Documentation. <https://developers.google.com/ar/develop/anchors>

<sup>3</sup> Apple (2022): ARAnchor. ARKit Documentation. <https://developer.apple.com/documentation/arkit/aranchor>

- Wie sollte ein User Interface zum Erstellen (Scannen) und Erkennen von AR-Ankern idealerweise gestaltet sein?

## 3 Transport empfindlicher Güter (IQTranS)

### 3.1 Gefahrstellenermittlung und -warnung auf der aktuell gewählten Fahrtroute

#### Motivation

- Viele Digitale Karten (z. B. Google Maps) beinhalten keine Angaben über stationäre Gefahrenstellen der Fahrbahn (z. B. Bodenwellen, ...)
- Während der Fahrt kann mit bestimmten Systemen (z. B. Google Maps, Apple Maps, ...) auf Gefahrenstellen wie Unfälle und Staus hingewiesen werden.

#### Problemstellung

- Wie können stationäre Gefahrenstellen, die die Qualität des transportierten Gutes (z. B. Ebersperma) beeinträchtigen können, ermittelt und dem Fahrenden dargestellt werden?
- Als Gefahrenstellen kommen bspw. Bremswellen/Rüttelschwellen oder auch Bahnübergänge u. a. in Frage.

#### Zielsetzung

- Entwicklung einer Methode zur Datenabfrage von Gefahrenstellen von OpenStreetMap-Daten auf der gewählten Fahrtroute.
- Entwicklung einer Methode zur rechtzeitigen Warnung des Fahrenden vor den zuvor abgefragten Gefahrenstellen.

#### Vorgehen

- Ermittlung aller potentiellen Gefahrenstellen, die über OpenStreetMap abgefragt werden können (siehe OSM-Tags, <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Tags>).
- Recherche, ob andere Verkehrsdatenbanken abgefragt werden können.
- Recherche nach einer passenden OSM-Implementierung (z. B. GraphHopper) zur Routennavigation und zur Datenabfrage von OSM-Attributen (Tags) einer OSM-Kartendatei.
- Implementierung eines Algorithmus zur Datenabfrage von Gefahrenstellen auf der gewählten Route. Auflistung der Gefahrenstellen mit korrekter Geolokalisierung.
- Entwicklung einer Methode zur Annäherungswarnung an eine zuvor ermittelte Gefahrenstelle.

### 3.2 Routennavigation und -optimierung nach der Oberflächen-Beschaffenheit der Fahrbahn

#### Motivation

- Navigationssysteme sind weit verbreitet und gelten als „Killer-Applikation“ des Mobile Computings. Dabei wird das Fahrzeugrouting üblicherweise nach der Dauer der Reisezeit sowie teilweise auch nach der Länge der Route oder dem Ressourcenverbrauch (Benzin, Diesel, Strom etc.) hin optimiert.
- Die Fahrbahnbeschaffenheit (z. B. Kopfsteinpflaster, Bodenwellen, ...) wird bislang nicht berücksichtigt. Diese kann aber für den Transport empfindlicher Güter entscheidend sein, wenn die Straßenbeschaffenheit (z.B. Erschütterungen) einen negativen Einfluss auf die Qualität des zu transportierenden Gutes (z.B. Kunstwerke, Sperma) hat.

#### Problemstellung

- In dieser Arbeit soll daher die Frage untersucht werden: Wie kann eine Route hinsichtlich der Oberflächenbeschaffenheit der Fahrbahn optimiert werden?



**Zielsetzung**

- Das Ziel der Arbeit besteht in der: Entwicklung einer Methode zur Routennavigation, die die Oberflächenbeschaffenheit der Fahrbahn berücksichtigt.

**Vorgehen**

- Ermittlung aller potentiellen Attribute, die über OpenStreetMap abgefragt werden können, die einen Einfluss auf die Oberflächenbeschaffenheit der Fahrbahn haben (siehe OSM-Tags, <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Tags>).
- Recherche, ob andere Verkehrsdatenbanken abgefragt werden können.
- Recherche nach einer passenden OSM-Implementierung (z. B. GraphHopper) zur Routennavigation und zur Datenabfrage von OSM-Attributen (Tags) einer OSM-Kartendatei.
- Implementierung einer Kostenfunktion, um die Oberflächenbeschaffenheit der Fahrbahn bei der Routenberechnung zu berücksichtigen.

**3.3 Klassifikation des Fahrverhaltens mittels eines Smartphones****Motivation**

- Neben der Fahrbahnbeschaffenheit hat auch der Fahrende durch die Führung des Fahrzeuges einen Einfluss auf die Qualität des Transportgutes während des Transportes.
- Fahrende unterscheiden sich in der Art und Weise, wie sie lenken, beschleunigen, bremsen, schalten, wie viel Abstand sie zum vorrausfahrenden Fahrzeug halten und ob sie die Geschwindigkeitsbeschränkungen einhalten<sup>4</sup>.

**Problemstellung**

- Wie können mit einem Smartphone aufgezeichnete Sensordaten (z. B. Beschleunigung) Aufschluss über das aktuelle Fahrverhalten eines Fahrers geben?

**Zielsetzung**

- Entwicklung einer Datenanalysemethode, um verschiedene Arten von Fahrverhalten zu klassifizieren (z. B. starkes Beschleunigen/Bremsen, schwaches Beschleunigen/Bremsen, Starkes Lenken, schwaches Lenken).

**Vorgehen**

- Recherche nach Methoden des Machine Learnings zur Klassifikation von Datensätzen.
- Importieren von bestehenden Testfahrten (Es werden keine neuen Messfahrten benötigt)
- Auswertung und Klassifizierung der Testdatensätze in zuvor bestimmte Kategorien von verschiedenen Fahrweisen.

**3.4 Entwicklung eines Visualisierungs- und Interaktionskonzept für ein Fahrerassistenzsystem**

Das Ziel der Arbeit besteht in der Konzeption und Entwicklung von Visualisierungen (User Interface) der überwachten und analysierten Transportbedingungen und Prognosen auf Basis der erfassten und ausgewerteten Sensor-Daten zur Optimierung des Fahrverhaltens

<sup>4</sup> Mantouka, E., Barmounakis, E., Vlahogianni, E., & Golias, J. (2021). Smartphone sensing for understanding driving behavior: Current practice and challenges. *International Journal of Transportation Science and Technology*, 10(3), 266–282. <https://doi.org/10.1016/j.ijtst.2020.07.001>

und Implementierung einer mobilen Komponente (App) für den Fahrer einschließlich geeigneter Konzepte für die Interaktion des Fahrers mit dieser App während der Fahrt (z.B. über Sprache).

## 4 Outdoor Mobile Augmented Reality (AR4WIND)

### 4.1 Kollaboration in mobilen Augmented Reality Anwendungen (Bachelor)

Ziel ist der Entwurf und die Implementierung einer mobilen Augmented Reality Anwendung, mit der die Interaktionsmöglichkeiten mehrerer Personen in einer Augmented Reality Umgebung auf mobilen Geräten demonstriert werden kann.

Dazu sollen an einem bestimmten Ort (z.B. Umweltschaden) mehrere 3D-Modelle als AR im Kamerabild eines mobilen Endgeräts dargestellt werden, das der Benutzer nach Belieben verschieben, rotieren und skalieren kann. Ferner können andere Nutzer gleichzeitig die Szene und die Veränderungen der anderen Benutzer an den 3D-Modellen sehen sowie selbst die 3D-Objekte verschieben, rotieren und skalieren.

Nach einer Einführung in Augmented Reality, der ihr zugrundeliegenden Technologie und die verwendete Mobil-Plattform (iOS, Android, Unity), werden Einsatzmöglichkeiten für die Applikation vorgestellt und deren benötigte Funktionalität beschrieben. Anschließend wird ein Entwurf der Anwendung erstellt und die letztendliche Implementierung erklärt.

### 4.2 Kollaborative Mobile Augmented Reality (Master)

Aus der Kombination von modernen mAR-Technologien mit kollaborativen Arbeitsmethoden können neuartige computergestützte Arbeitsprozesse und Interaktionsmöglichkeiten entstehen. Ziel der Arbeit soll es sein, mögliche kollaborative mAR-Szenarien zu identifizieren und zu klassifizieren sowie Vorteile und Nachteile dieser herauszuarbeiten. Fokus dabei soll stets auf dem Einsatz im Geo-/Umwelt-/GIS-Bereich liegen. Ein geeignetes Szenario kann am Ende prototypisch implementiert werden.

Mögliche Inhalte:

- Analyse und Klassifizierung (+ ggfs. Bewertung) möglicher kollaborativer Anwendungsszenarien für mAR, z.B. nach:
  - Räumlicher Kollaboration (gleicher Ort vs. Anderer Ort)
  - Zeitlicher Kollaboration (gleicher Zeit vs. Andere Zeit)
  - Art der Kollaboration (Anzeigen/Ändern/Ergänzen/Löschen von Inhalten)
- Untersuchung von (technischen) Herausforderungen und Lösungsansätzen bei der Umsetzung von kollaborativer mAR, z.B.:
  - Wie gelingt das Tracking der Umgebung von unterschiedlichen Geräten zur gleichen Zeit bzw. zu unterschiedlichen Zeiten?
  - Wie gelingt eine geeignete Echtzeit-Visualisierung gleichzeitiger Manipulation/Interaktion?
- Ein geeignetes Szenario (möglichst mit GeoAR-Bezug) wird anschließend ausführlicher konzipiert (Anforderungsbeschreibung, Systemarchitektur) und prototypisch implementiert

Beispiele:

- **Kollaboratives Messen von Hochwasser:**  
Mehrere Nutzer messen während eines Hochwassers zu unterschiedlichen Zeiten den Wasserstand (z.B. an Gebäudemauer/Kaimauer) oder den Stand einer Ausuferung (z.B. an einer Uferböschung). Neben der eigenen Messung werden in der AR-Ansicht dann auch die tatsächlichen Messungen der übrigen App-Nutzer (mit Zeitstempel) angezeigt.

- **Interaktive AR-Stadtführung:**  
Während einer Stadtführung (oder im Museum o.ä.) hat der Guide die Möglichkeit, mittels einer AR-App bestimmte Erläuterungen (z.B. in Bezug auf eine Sehenswürdigkeit oder Ausstellungsobjekt) durch visuelle Hervorhebungen (z.B. eingezeichnete Pfeile, Linien, Texte etc.) in Echtzeit zu untermalen (oder historische Fotos instantan einzublenden o.ä.). Teilnehmer der Führung sehen diese eingezeichneten/eingeblendeten AR-Inhalte in Echtzeit in ihrer eigenen AR-Ansicht.
- **Kollaborative AR-Tatort-Dokumentation:**  
An einem „Tatort“ (Verbrechen, Verkehrsunfall, Naturkatastrophe etc.) können beteiligte Personen (Ermittler, Feuerwehr etc.) mittels AR-App Notizen und sonstige Annotationen (Zeichnungen etc.) zu bestimmten Objekten hinterlassen. Andere Ermittler sehen diese Objekt-Annotationen in Echtzeit (oder auch bei späteren Tatortbesuchen) in ihren AR-Ansichten.

### 4.3 Entwicklung eines Planungssystems für Urban Gardens mit mobiler Augmented Reality

Das Vermessen und Planen eines Innenraumes oder eines Urban Gardens kann sich mit Zollstock, Papier und Stift als sehr kompliziert erweisen. Problematisch ist hierbei zudem der Transfer der Planung in die reale Umgebung. Diese Aufgabe kann mittels mobiler Augmented Reality deutlich effizienter realisiert werden und die Planung kann realitätsnah veranschaulicht bzw. in der realen Umgebung dargestellt werden. Handelsübliche Smartphones verfügen heute über die erforderlichen Sensoren, um einen Raum oder Garten zu vermessen bzw. zu erfassen. Zudem sind sie leistungsfähig genug, um erfasste oder selbst erstellte 3D-Objekte als Augmented Reality zu visualisieren und in die Planung der realen Welt einzubeziehen. Neben der Visualisierung und Interaktion mit den 3D-Objekten, steht auch die Kollaboration hierbei im Vordergrund, da meist mehrere Personen beteiligt sind.

Bei der Garten- oder Raumplanung mittels Smartphones und Augmented Reality bestehen mehrere Herausforderungen:

- Wird die Bodenfläche oder die Raumstruktur durch reale Gegenstände verdeckt, ist ein einfaches Erfassen des Raumes nicht möglich (Verdeckungsproblem). Dadurch können virtuelle Bereiche nicht festgelegt werden.
- Sind mehrere Benutzer an der Planung beteiligt, müssen Positionsdaten auf allen Endgeräten synchron gehalten werden, so dass eine gleichzeitige Interaktion stattfinden kann.

Ziel der Arbeit ist die Konzeption und Entwicklung einer mAR-Anwendung, mit der eine (kollaborative) Planung eines Urban Gardens (oder eines Innenraumes) in der realen Welt möglich ist. Dabei liegt der Schwerpunkt auf der visuellen Planung des Urban Gartens (oder Raumes). Ein weiterer Schwerpunkt ist es, mehreren Anwendern zu ermöglichen, Bereiche zu erstellen und zu bearbeiten. Eine untergeordnete Rolle spielt die Genauigkeit der Messungen und eine ansprechende Gestaltung der Anwendung.

Die inhaltlichen Schwerpunkte der Arbeit sind:

- Recherche bisheriger Systeme und notwendige Grundlagen
- Konzeption der Algorithmen und der Anwendung
- Implementierung
- Bewertung und Dokumentation der Ergebnisse

#### 4.4 Konzeption und Entwicklung einer mAR-Anwendung zum Erkennen von Objekten in Bildern

Ziel dieser Arbeit ist die Konzeption und Entwicklung einer mAR-App für das „Maschinelle Sehen“ durch Verbindung von KI und AR. Die Anwendung soll bestimmte Objekte (z.B. **Bäume**) in Video-Bildern lokalisieren und bestimmen/klassifizieren.

Hierfür soll auf Basis existierender KI-Frameworks (z.B. Tensorflow) mit Algorithmen des maschinellen Lernens (ML) mathematische Modelle entwickelt werden, die Objekte in Bildern lokalisieren und bestimmen/klassifizieren. Durch kontinuierliches Trainieren der Modelle soll die Genauigkeit bzw. die zugrundeliegende KI/ML verbessert werden.

Vorschlag für Gliederung:

- Einleitung
- Grundlagen
- Technologie
- Szenarien
- Anforderungen
- Konzept
- Implementierung
- Test/Validierung
- Zusammenfassung und Ausblick

#### 4.5 Konzeption und Entwicklung einer mAR-Anwendung Vermessen der realen Umgebung

Ziel dieser Arbeit ist die Konzeption und Entwicklung einer mAR-App für das Vermessen von Objekten. Die Anwendung soll bestimmte Objekte (z.B. **Bäume**) vermessen und dokumentieren.

Hierfür sollen die in mobilen Geräten verfügbaren Sensoren verwendet werden und ein Modell der Umgebung bzw. eines Objekts erzeugt werden. Der erfassten 3D-Messungen sollen abgespeichert und visualisiert werden können.

Vorschlag für Gliederung:

- Einleitung
- Grundlagen
- Technologie
- Szenarien
- Anforderungen
- Konzept
- Implementierung
- Test/Validierung
- Zusammenfassung und Ausblick

## 5 AR-Drohnen

### 5.1 Architektur einer AR-Drohne (Bachelor)

Ziel der Arbeit ist die Konzeption und Implementierung einer Grobarchitektur für eine AR-Drohne, d.h. das in das Kamerabild der Drohne zusätzliche AR-Inhalte eingeblendet werden können. Dies ließe sich realisieren:

- "einfach": ein "Location-based AR-Drohnen-Framework" (ohne SLAM, nur mit GPS/Magnetometer)
- „schwieriger“: ein image-based AR-Drohnen-Framework (mit SLAM)

Das Ergebnis wäre eine Anwendung ähnlich wie in diesem Video:

<https://www.youtube.com/watch?v=AYv4Pjxjow>

### 5.2 Geobasiertes Augmented Reality für Drohnen (Quadrocopter/Small UAVs) (Master)

Mini-Drohnen (Quadrocopter) bieten geeignete Möglichkeiten zur Überwachung/Bestandsaufnahme von Umweltdaten/GIS-Daten aus der Luft. Der Einsatz von AR-Technologie kann dabei helfen, die Kameraansichten aus der Luft durch zusätzliche virtuelle Inhalte sinnvoll zu erweitern.

#### 5.2.1 AR-Drohnen-Anwendungen (Grundlagen/Analyse/Klassifizierung/Herausforderungen)

Ziel der Arbeit soll es sein, geeignete Anwendungsbeispiele zu finden und zu analysieren, inwieweit der Einsatz von Drohnen und AR sinnvoll kombiniert werden kann.

Mögliche Inhalte:

- Analyse (ggfs. auch Klassifizierung und Bewertung) von Einsatzmöglichkeiten von Drohnen für GeoAR (Industrie, Architekten, Umweltbehörden, Katastrophenmanagement etc.)
- Technische Grundlagen und Herausforderungen zum Einsatz von mAR für Drohnen:
  - Technische Voraussetzungen für GeoAR?
  - Hardware/Sensorik von Drohnen (Analyse/Evaluation der Drohnen-Sensoren)
  - Vorteile/Nachteile bildbasiertes/nicht-bildbasiertes Tracking für AR-Drohnen
- Konzeption eines GeoAR-Systems zum Einsatz mit Drohnen (Systemarchitektur etc.)
- (Ggfs. auch stark vereinfachte Implementierung eines einfachen GeoAR-Anwendungsfalls)

#### 5.2.2 AR-Drohnen-Anwendungen (Implementierung & Kalibrierungs-/Korrekturmöglichkeiten):

Alternativ kann auch ein Themenschwerpunkt auf der Implementierung einer einfachen Beispielanwendung gelegt werden (z.B. Ansicht von POIs in der AR-Drohnenansicht), inkl. Untersuchung und Umsetzung von einfachen Möglichkeiten zur Korrektur/Kalibrierung fehlerhafter Darstellungen aufgrund von Sensorungenauigkeiten.

Mögliche Inhalte:

- *Keine umfangreiche Analyse und Klassifizierung von Einsatzmöglichkeiten von Drohnen und GeoAR notwendig, stattdessen:*

- Implementierung eines einfachen GeoAR-Anwendungsfalls, z.B. Ansicht von POIs in der Drohnenansicht; ähnlich: <https://www.youtube.com/watch?v=VUb0u5f-ehw> (Einfaches Location-based AR-Framework wird bereitgestellt und muss nicht selbst entwickelt werden; ggfs. aber Anpassung an spezifische Drohnen-Hardware notwendig!)
- Untersuchung & Implementierung einer (einfachen) Möglichkeit zur Korrektur fehlerhafter Lokalisierung/Orientierung (GPS/Kompass) durch manuelle Kalibrierung anhand eines sichtbaren Geoobjekts per Nutzerinteraktion, z.B.:
  - Ein sehr markantes Geoobjekte (Berg/Kirche/Haus etc.) dient als Referenzobjekt.
  - Die Umrisse (oder auch nur ein einzelner Referenzpunkt) dieses Objekts werden in der Drohnenansicht dargestellt. Der Nutzer verschiebt den Umriss/Referenzpunkt so, dass dieser in der Kameraansicht mit dem tatsächlichen Referenzobjekt übereinstimmt.
  - Die Verschiebung des Punktes auf der Kameraansicht durch den Nutzer erlaubt Rückschlüsse über die tatsächliche fehlerhafte Orientierung aufgrund von Kompass-Ungenauigkeiten. Diese können somit kompensiert werden.