

# Augmented Reality Anwendungen in der Energieversorgung

## Untersuchungen für die Werkinformationen der IWB

Augmented Reality (AR) ermöglicht über ein rechnerbasiertes System die Visualisierung von virtuellen Inhalten in der realen Umwelt. Aus der Überlagerung der erkennbaren Umgebung mit unsichtbaren Objekten entsteht dann eine erweiterte Realität. Diese Masterthesis analysiert den aktuellen Entwicklungsstand der AR-Technologie mit dem Fokus auf ein Einsatzszenario im Bereich der Energieversorgung. Insbesondere wird die Frage nach den erreichbaren Genauigkeiten bei der Darstellung von Werkinformationen mit ihrem Weltbezug untersucht. Dabei werden mit dem verwendeten ARKit von Apple präzise Ergebnisse erreicht, die in Zukunft die Anzeige unterirdischer Leitungssysteme in einem lokalen Rahmen ermöglichen.

### Motivation

Die Industriellen Werke Basel (IWB) stellen die Versorgung der Region mit Energie, Wasser und Dienstleistungen der Telekommunikation sicher. Um diesen Auftrag zu erfüllen, bildet ein umfangreiches, komplexes Infrastrukturnetzwerk die Grundlage, welches aus der Perspektive der Geoinformatik anhand von Werkinformationen in einem GIS abgebildet und aktuell gehalten wird. Bei Anpassungen oder Erweiterungen der Infrastruktur werden die detaillierten Werkinformationen mit allen Objekten als Grundlage für Arbeiten im Feld beigezogen. Heute werden diese Objekte mithilfe gedruckter Pläne und klassischer Vermessungstechnik verortet.

In Zukunft möchten die IWB in ihrem operativen Tagesgeschäft von den AR-Möglichkeiten profitieren, um verschiedenste Tätigkeiten zu erleichtern. Dazu ist in einem ersten Schritt zu prüfen, ob die erforderliche relative Lagegenauigkeit von 50 Zentimetern bei der Visualisierung von virtuellen Objekten an der Bodenoberfläche eingehalten werden kann. Zudem soll es jeweils in einem lokal vorgegebenen Aktionsradius möglich sein, sich frei zu bewegen. Für die Umsetzung ist soweit realisierbar ein kostengünstiges und handelsübliches mobiles Endgerät zu verwenden.

### Stand der Technik

Zurzeit existieren erst wenige Studien, welche AR ebenfalls für die Visualisierung von unterirdischen Leitungssystemen einsetzen möchten. Um dies zu erreichen, setzten beispielsweise Schall et al. (2013) ein selbstentwickeltes Kombi-Gerät aus RTK GPS, INS, Laser und Kamera ein. Dadurch entsteht ein umfangreiches und kostenintensives System. Eine bestehende Produktivlösung wie von Grintec mit AugView präsentiert, liefert dagegen zu ungenaue Ergebnisse (Grintec GmbH, 2018). Forschungsarbeiten aus dem Fachgebiet der Robotik setzten bei AR vermehrt auf ein bild- und inertial-sensor-basiertes Kombinationsprinzip (z.B. für die autonome Drohnen-Navigation von Leutenegger et al. (2015) oder Lin et al. (2017)). Seit 2017 bietet nun auch Apple mit dem ARKit die Grundlagen, um für das mobile Betriebssystem iOS und neuste Hardware AR-Anwendungen zu implementieren (Apple, 2017).

### Entwicklungen

Für die Plattform iOS wird eine AR-Prototyp-Anwendung im Entwicklerprogramm Xcode mit der Programmiersprache Swift erstellt. Darin sollen virtuelle Objekte generiert werden können, um deren Lagestabilität und Abweichungen bei der Bewegung durch Raum und Zeit zu bestimmen. Die Navigation wird mit dem neuartigen ARKit bewerkstelligt, welches die Fusion von Kamerabild- und Inertial-Sensor-Daten auf einem mobilen Endgerät (Apple iPad 2017) ermöglicht. Mit dem SceneKit werden virtuelle Objekte für die überlagerte Darstellung auf dem Bildschirm generiert (Abb.1).

Apple Inc., 2017. Introducing ARKit: Augmented Reality for iOS. URL <https://developer.apple.com/videos/play/wwdc2017/602/> (Stand am 12.03.2018).

Grintec GmbH, 2018. Augview. Mobiles Augmented Reality GIS. URL <https://www.grintec.com/Augview> (Stand am 15.03.2018).

Leutenegger, S., Lynen, S., Bosse, M., Siegwart, R., Furgale, P., 2015. Keyframe-based visual-inertial odometry using nonlinear optimization. The International Journal of Robotics Research 34, 314–334.

Lin, Y., Gao, F., Qin, T., Gao, W., Tianbo, T., Wu, W., Yang, Z., Shen, S., 2017. Autonomous aerial navigation using monocular visual-inertial fusion. Journal of Field Robotics 35, 23–51.

Schall, G., Zollmann, S., Reilmayr, G., 2013. Smart Vidente: advances in mobile augmented reality for interactive visualization of underground infrastructure. Pers Ubiquit Comput 17, 1533–1549.

**Autor:** Luzi Jehle  
**Examinator:** Prof. Martin Christen  
**Experte:** Björn Lache

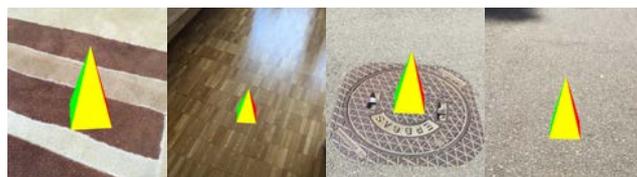


Abb. 1: Generiertes Pyramidenobjekt für die Genauigkeitsuntersuchungen.

Es werden verschiedene Versuche mit einem Pyramidenobjekt im Aussenbereich durchgeführt. Dabei wird analysiert, wie ortstabil das virtuelle Objekt gegenüber seiner Anfangsposition ist, wenn mit dem mobilen Endgerät verschiedene Bewegungsmuster durchgeführt werden. Zur Bestimmung der Abweichungen werden teils künstliche Marker eingesetzt (Abb.2) und die einzelnen Versuche per Videoaufnahme dokumentiert. Des Weiteren werden die Einflüsse von Höhendifferenzen und Verkehrsinteraktionen geprüft.

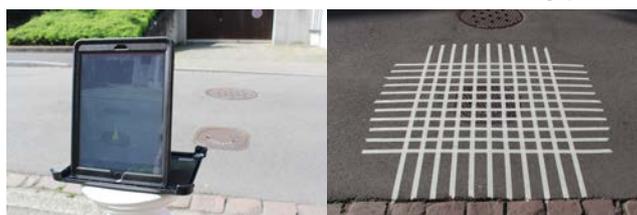


Abb. 2: Versuchsaufbau mit mobilem Endgerät und einem Marker-Raster.

Mit der Weiterentwicklung der Prototyp-Anwendung und der Einmessung sichtbarer Punktoobjekte der Werkinformationen wird ein lokales Netz zur Visualisierung erstellt. Die relative Lage der Objekte zueinander wird kalkuliert und der Weltursprung definiert (Annahme: fixer Ausgangspunkt und bekannte Orientierung). Zudem werden Linienobjekte zwischen den Punkten implementiert (Abb.3).

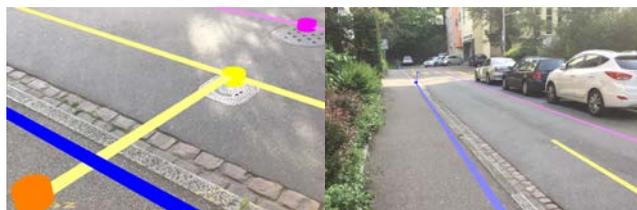


Abb. 3: Visualisierung eines lokal begrenzten Leitungssystems.

### Erkenntnisse & Fazit

Die erreichten Genauigkeiten entsprechen den Anforderungen an einen genügenden Aktionsradius. Je grösser die Entfernung zum Objekt wird, desto grösser sind aber die Abweichungen. Verkehrsinteraktionen können leicht bewältigt werden, während Höhendifferenzen bisher einen limitierenden Faktor darstellen. Die Anwendung benötigt zu Beginn eine bekannte Position und Orientierung. Mit der Integration von Daten der amtlichen Vermessung, kann die Visualisierung zukünftig in die Realwelt eingepasst werden.