

# Konzeption und Entwicklung eines Genehmigungsmanagements für KMU unterstützt durch die Augmented Reality

Patrick Piltz<sup>1</sup>, Volker Wohlgemuth<sup>2</sup>

**Abstract:** Die Augmented Reality (AR) ist ein spannender Bereich für die Erkennung von Objekten, ohne das weitere Maßnahmen des Anwenders benötigt werden. Dieses Verfahren ist nicht wirklich neu, da schon in den 1990er Jahren viele Artikel zu diesem Thema veröffentlicht wurden. Jedoch erfährt die AR erst seit einigen Jahren ein steigendes Interesse. Viele Anwendungen insbesondere mobile Applikationen verwenden AR-Ansätze. Für die betriebliche Umweltinformatik spielt die AR bisher jedoch kaum eine Rolle. In diesem Beitrag wird deshalb die Anwendbarkeit von AR-Ansätzen im Kontext der betrieblichen Umweltinformatik analysiert und eine Anwendung im Anwendungsfeld des Genehmigungsmanagements von Anlagen nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) prototypisch umgesetzt.

**Keywords:** Augmented Reality, künstliche Marker, natürliche Marker, Genehmigungsmanagement

## 1 Einleitung

Die Augmented Reality (AR) findet auf dem Gebiet der betrieblichen Umweltinformatik bisher wenig Beachtung. Dabei bietet der Einsatz von AR-Methoden einige Potentiale [Me11], S. 24:

- Rechnergestützte Erweiterung der menschlichen Wahrnehmung,
- Visualisierung von Informationen,
- Minimierung der Zeit zur Informationsbeschaffung (Time-to-Content) und
- Kombination von haptischem und digitalem Erlebnis (hap.dig).

Es bietet sich daher an, dass sich die betriebliche Umweltinformatik diese Potentiale zu Nutze macht. Zumindest der dritte Punkt die Informationsbeschaffung spielt oftmals auch im Kontext der betrieblichen Umweltinformatik eine wichtige Rolle, z.B. für den Bereich des Genehmigungsmanagements von Anlagen.

In diesem Beitrag wird deshalb die AR im Kontext des Genehmigungsmanagements erprobt. Dabei werden verschiedene Trackingverfahren angewandt und mit einer her-

---

<sup>1</sup> Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin, Fachbereich 2: Ingenieurwissenschaften – Technik und Leben, Wilhelminenhofstr. 75a, 12459 Berlin, patrick.piltz@hotmail.de

<sup>2</sup> Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin, Fachbereich 2: : Ingenieurwissenschaften – Technik und Leben, Wilhelminenhofstr. 75a, 12459 Berlin, volker.wohlgemuth@htw-berlin.de

kömmlichen Suchmethode nämlich Listen mit Filterfunktion verglichen.

Für diesen Zweck wurde ein Softwareprototyp entwickelt. Dieser besteht aus einer Server-Komponente für die Datenhaltung einem Desktop-Client, welcher zur Verwaltung und Analyse von Daten und zur Planung von Prüfungen dient, einem mobilen Client für die Durchführung von Prüfungen vor Ort an einer Anlage und einem zweiten mobilen Client zur Erprobung verschiedener Trackingverfahren der AR. Das gesamte System soll zum einen den Anwender bei der Verwaltung der Genehmigungen der Anlagen unterstützen und zum anderen helfen das Potential der AR für den Bereich der betrieblichen Umweltinformatik abzuschätzen.

Für die Implementierung des Genehmigungsmanagements wird auf die Ergebnisse des OpenResKit-Projektes der Hochschule für Technik und Wirtschaft in Berlin zurückgegriffen, welches ein Open-Source-Framework für die Implementierung von Client/Server-Systemen bereitstellt.

## 2 Grundlagen

### 2.1 Bundes-Immissionsschutzgesetz

Ein Ziel des Umweltschutzes ist die Reduzierung von Emissionen. Hierbei existieren für jedes Kompartiment eigene Gesetze. Diese sind [AS09], S. 1:

- das Bundes-Bodenschutzgesetz,
- das Bundes-Immissionsschutzgesetz,
- das Bundes-Naturschutzgesetz und
- das Wasserhaushaltsgesetz

In diesem Beitrag wird vorrangig das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) behandelt. Auch die Software wurde in dieser Hinsicht konzipiert, lässt sich aber dank des zugrunde liegenden Frameworks leicht erweitern.

Für die Anwendung des BImSchG ist zuerst einmal wichtig was im Sinne des Gesetzes eine Anlage ausmacht. Nach § 3 Abs. 5 BImSchG muss für eine Einstufung als Anlage eines der folgenden Merkmale erfüllt sein. Bei einer Anlage handelt es sich um:

- eine betriebsfeste und sonstige ortsfeste Einrichtung,
- Maschinen, Geräte und sonstige ortsveränderliche technische Einrichtungen oder
- Grundstücke, auf denen Stoffe gelagert oder abgelagert oder emissionsträchtige Arbeiten durchgeführt werden, ausgenommen öffentliche Verkehrswege.

Besonders wichtig für das Genehmigungsmanagement sind folgende Paragraphen des BImSchG [AS09], S. 74:

- §§ 1 - 3 Zweck, Geltungsbereich und Begriffsdefinition
- §§ 4 - 21 Genehmigungsbedürftige Anlagen
- §§ 22 -25 Nicht genehmigungsbedürftige Anlagen

In diesem Beitrag wird auf die §§ 4 - 21 eingegangen, weil genau diese Anlagen mit der Anwendung verwaltet werden sollen. Nach § 4 Abs. 1 Satz 1 BImSchG bedürfen Anlagen einer Genehmigung, „die auf Grund ihrer Beschaffenheit oder ihres Betriebs in besonderem Maße geeignet sind, schädliche Umwelteinwirkungen hervorzurufen oder in anderer Weise die Allgemeinheit oder Nachbarschaft zu gefährden, erheblich zu benachteiligen oder erheblich zu belästigen“ [DT12] § 4 Abs. 1 BImSchG. Diese Anlagen müssen ein Genehmigungsverfahren durchlaufen. Anhand gewisser Kriterien wird das vereinfachte oder das förmliche Verfahren durchgeführt.

## 2.2 Augmented Reality

Das Realitäts-Virtualitäts-Kontinuum entwickelt von Milgram et al. bietet einen guten Einstieg in die AR. Darin ist zu erkennen, dass die Mixed Reality aus der Augmented Reality und der Augmented Virtuality besteht. Die Mixed Reality reicht von der realen Umgebung bis zur virtuellen Umgebung. Beide stellen die Extrempunkte der Mixed Reality dar. Die AR ist dort, wo der Anteil realer Objekte höher ist als der Anteil virtueller Objekte. Es wird demnach die reale Umgebung um virtuelle Objekte erweitert. Die Augmented Virtuality ist analog zu betrachten nur umgekehrt [Mi94] S. 283.

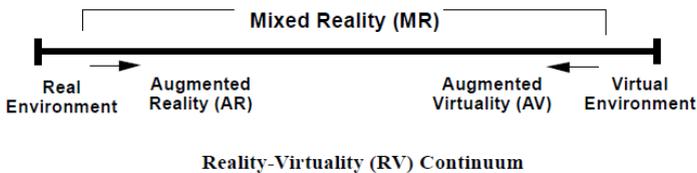


Abb. 1: Realitäts-Virtualitäts-Kontinuum nach Milgram, et al. [Mi94], S. 283

Nach Azuma können der Augmented Reality drei Charakteristika zugeschrieben werden [Az97], S. 2 f.:

- Kombination von virtueller Realität und realer Umwelt
- Interaktion in Echtzeit
- Dreidimensionaler Bezug von Objekten

Die in diesem Beitrag vorgestellten Lösungsansätze für AR entsprechen nicht den von Azuma aufgestellten Charakteristika, da hier kein dreidimensionaler Bezug besteht sondern lediglich ein zweidimensionaler Bezug. Diese Form der AR wird als Augmented Reality im weiteren Sinne bezeichnet. [Me11] S. 11

### 2.3 Trackingverfahren

Für die Identifizierung von Objekten mit Hilfe von AR-Methoden wird in zwei Vorgehensweisen unterschieden. Da gibt es zum einen das nichtvisuelle Tracking. Dieses Verfahren verzichtet vollständig auf die Bildverarbeitung. Vielmehr greift dieses Verfahren auf Komponenten heutiger mobiler Endgeräte zurück, wie zum Beispiel in [Ro01] aufgeführt:

- Ultraschall
- GPS
- Optische Sensoren (z. B. Infrarot)
- Beschleunigungssensor
- Kompass

Anhand dieser Daten können die Position des Anwenders und seine Blickrichtung ermittelt werden. So können dem Anwender die entsprechenden Daten angezeigt werden, die dieser gerade benötigt.

Die zweite Vorgehensweise ist das visuelle Tracking [Me11] S. 27. In diesem Verfahren wird hauptsächlich mit den Daten der Kamera des mobilen Endgerätes gearbeitet. Auch hier gibt es zwei verschiedene Ansätze des Trackings. Zum einen das Tracking mit künstlichen Marker und zum anderen das Tracking ohne Marker.

Ersteres benötigt Bilder, die in der realen Umgebung platziert werden. Hierbei kann es sich zum Beispiel um QR-Codes handeln. So können vor Ort die Daten eines Objektes ermittelt werden. Dies ist ein sehr zuverlässiges Verfahren, um die gewünschten Daten zu erhalten [Ow02] S. 1. Jedoch bringt diese Methode auch einen sehr großen Aufwand mit sich, denn die Bilder müssen platziert und gewartet werden. Deshalb eignet sich diese Methode eher für einen kleinen Einsatzbereich. [KI06] S. 4

Das visuelle Tracking ohne Marker verzichtet auf diese künstlichen Marker. Vielmehr greift dieser Ansatz auf Marker zurück, die bereits vorhanden sind nämlich natürliche Marker wie Ecken und Kanten. So können Objekte zum Beispiel anhand von Bildern der Kamera oder anhand von CAD-Modellen (Computer Aided Design) [BI06] S. 56 erkannt werden. Ein Verfahren, das komplett ohne künstliche und natürliche Marker und ohne Modelle auskommt ist das PTAM-Verfahren (Parallel Tracking and Mapping). Mit Hilfe der Bilder der Kamera wird eine visuelle Karte erzeugt. Sobald diese grob vorhanden ist, wird diese Karte mit virtuellen Objekten gefüllt und den realen Objekten zugeordnet. So kann auch eine unbekannte Umgebung in relativ kurzer Zeit mit mobilen Geräten erkannt werden. [KM10] S. 1

### 2.4 Einsatzmöglichkeiten im Kontext der betrieblichen Umweltinformatik

Eine Möglichkeit für die Anwendung von AR-Methoden im Kontext der betrieblichen

Umweltinformatik bietet das Stoffstrommanagement. Der Anwender zeigt mit der Kamera auf eine Anlage. Diese Anlage liefert nun alle Daten zum In- und Output. Mit Schiebereglern können dann die einzelnen In- und Outputs verändert werden. So können anschließend die Änderungen angezeigt werden, wie z.B. der veränderten Energieverbrauch mitsamt den hieraus resultierenden Emissionen. Sind die neuen Daten besser als die Vorherigen und wirken sich diese nicht negativ auf die Produktion aus, können Alternativen vor Ort visualisiert und mit den betroffenen Mitarbeitern in Bezug auf ihre Praktikabilität diskutiert werden.

Ein weiteres Anwendungsfeld der betrieblichen Umweltinformatik ist die IT-Unterstützung von Gefährdungsbeurteilungen von Arbeitsplätzen. Nach § 5 Arbeitsschutzgesetz ist jeder Arbeitgeber verpflichtet, die Arbeitsplätze nach potentiellen Gefährdungen zu untersuchen. Beispielsweise kann der Anwender nach einer bereits durchgeführten Gefährdungsbeurteilung die Maßnahmen umsetzen, die aus dieser resultierten, damit die Gefährdungen vermieden oder zumindest vermindert werden. In dem Kamerabild sieht der Anwender alle analysierten Gefährdungen des Arbeitsplatzes, indem die möglichen Gefahrenstellen des Arbeitsplatzes im Kamerabild durch ein Ausrufezeichen markiert sind. Diese werden zusätzlich farblich unterschiedlich in Bezug auf ihren Schweregrad visualisiert. Durch einen Klick auf ein Ausrufezeichen erhält der Anwender Informationen, wie diese Gefahrenpotentiale abgestellt werden könnten. So weiß der Anwender auf einen Blick, um welche Gefährdungen er sich zuerst kümmern muss und welche gegebenenfalls später bearbeitet werden können.

## 2.5 OpenResKit-Framework

Das OpenResKit-Framework entstand aus dem OpenResKit-Projekt, das an der Hochschule für Technik und Wirtschaft in Berlin (HTW Berlin) durchgeführt worden ist. Ziel dieses Projektes war es, kleinen und mittleren Unternehmen einen Open-Source-Softwarebaukasten an die Hand zu geben, den diese selber an die eigenen Bedürfnisse anpassen können und so die betrieblichen Prozesse des Unternehmens transparenter in Bezug auf stoffliche und energetische Aspekte zu machen.

Im Rahmen des OpenResKit-Projektes sind schlanke, problemspezifische und einfache Softwarebausteine entstanden, die die Betriebe unterstützen, eine strukturierte Datengrundlage für die genannten Zwecke aufzubauen. Hierfür wurden Desktop-Anwendungen für die Verwaltung und Analyse der Daten entwickelt sowie mobile Anwendungen für die Datenerhebung vor Ort. Die Realisierung einer Software egal ob mobil oder stationär ist nicht an eine Programmiersprache gebunden, da der Hub durch WCF-Services (Windows Communication Foundation) bekannte Schnittstellen bereitstellt, die mit verschiedensten Programmiersprachen angesteuert werden können.

Zentraler Bestandteil dieses Frameworks ist der Hub, welcher mit den Clients kommuniziert. Dies kann in Form von WCF-Services wie zum Beispiel der Austausch von Daten oder zur Erzeugung von Beispieldaten erfolgen. Hierbei existieren zwei Arten der Kommunikation zwischen Client und Hub, nämlich eine asynchrone und eine synchrone

Kommunikation. Die synchrone Kommunikation wird für die Desktop-Anwendungen genutzt, da davon ausgegangen werden kann, dass ein ständiger Internetzugang existiert. Im Gegensatz dazu wird die asynchrone Kommunikation für die mobilen Anwendungen genutzt, da es hier wahrscheinlich ist, dass nicht zu jeder Zeit ein Internetzugriff vorliegt.

Somit dient der Hub als Datenquelle und -senke. Ein positiver Aspekt dieses Frameworks ist, dass Medienbrüche vermieden werden, da alle Daten egal ob diese von der Desktop-Anwendung oder der mobilen Anwendung stammen zentral im Hub persistiert werden. Zusätzlich kann die Domäne des Hubs leicht kombiniert und durch neue eigens entwickelten Plug-Ins erweitert werden, um so neue Prozesse abbilden zu können [Wo14].

Die nachfolgende Abbildung verdeutlicht die Architektur des OpenResKit-Frameworks.

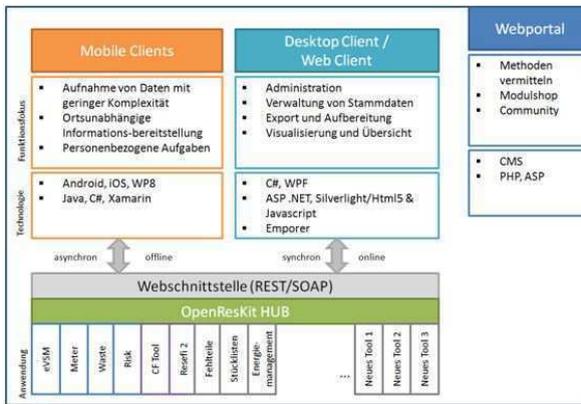


Abb. 2: Software-Architektur des OpenResKit-Frameworks [Wo14]

### 3 Konzeption

Für die Implementierung des Genehmigungsmanagements wurde sich stark an der Vision des OpenResKit-Projektes orientiert. Das heißt, neben dem Hub existieren diverse schmale und funktionale Clients. Jeder Client berücksichtigt dabei einen dedizierten Bearbeitungsschritt im Rahmen des Genehmigungsmanagements.

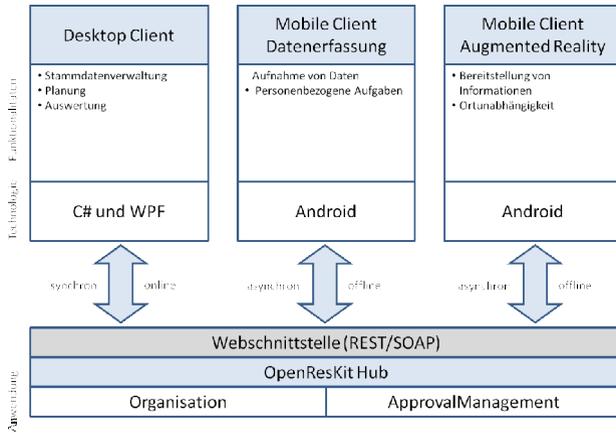


Abb. 3: Architektur des Softwaresystems zur Unterstützung des Genehmigungsmanagements

In der Abbildung 2 ist zu erkennen, dass der Hub eine zentrale Rolle innerhalb der Softwarearchitektur inne hat. Für seine Implementierung werden bereits vorhandene Bibliotheken des OpenResKit-Projekts verwendet. Dieser tauscht Daten mit drei verschiedenen Clients aus. Zum einem der Desktop-Client der für die Verwaltung von Daten, Planung von Prüfungen sowie deren Auswertung zuständig ist. Zum anderen der erste mobile Client der für die Erfassung von Daten vor Ort an der Anlage zuständig ist. Zuletzt existiert ein zweiter mobiler Client, der von den Anlagenfahrern genutzt werden kann, um schnell auf die Informationen der Anlage zugreifen zu können. Beide mobile Clients kommunizieren zum Hub asynchron weil kein ständiger Internetzugang besteht.

## 4 Realisierung

### 4.1 Hub

Für den Hub wurde auf einen bestehenden Softwarebaustein des OpenResKit-Projektes zurückgegriffen. Hierbei handelt es sich um den OpenResKit-Hub. Dieser wurde um eine eigene Domäne für das Genehmigungsmanagement erweitert. Für diese Erweiterung wurden ganz normale Klassen erzeugt. Damit deren Daten in der Datenbank gespeichert werden können, müssen diese mit Hilfe des Entity Frameworks konfiguriert werden. Auf diese Weise werden automatisch für die Klassen mit ihren Eigenschaften entsprechende Tabellen in der Datenbank erzeugt.

### 4.2 Desktop-Client

Der Desktop-Client wurde genau wie der Hub in der Programmiersprache C# von .NET entwickelt. Als Auszeichnungssprache wurde WPF (Windows Presentation Foundation)

wegen der moderneren Oberfläche gewählt. Der Desktop-Client erhält die Daten vom Hub über einen WCF Data Service (Odata) und lädt diese in ein lokales Repository. Diese Daten können anschließend erweitert, geändert oder gelöscht werden.

Wie bereits erwähnt dient der Desktop-Client hauptsächlich der Verwaltung der Stammdaten wie Anlagen und Genehmigungen. Hierfür wird dem Anwender ein Formular bereitgestellt, in dem die benötigten Daten eingetragen werden können.

Neben der Verwaltung der Stammdaten ist die Auswertung der Prüfungen eine zentrale Funktion des Desktop-Clients. Für einen schnellen Überblick der Prüfungen werden diese in auffällige und unauffällige Prüfungen gruppiert. Bei den auffälligen Prüfungen können dann die geprüften Nebenbestimmungen mit ihren Ergebnissen betrachtet und dafür Maßnahmen generiert werden.

### **4.3 Mobiler Client zur Datenerfassung**

Der mobile Client für die Datenerfassung dient der Durchführung von Prüfungen vor Ort an der Anlage. Ziel dieses mobilen Clients ist die papier- und stiftlose Erfassung von Daten. Diese Daten können an den Hub geschickt werden, wodurch ein Medienbruch vermieden wird.

Hierfür werden dem Anwender zuerst alle geplanten Prüfungen angezeigt. Dieser wählt seine Prüfung aus und kann die Nebenbestimmungen auf ihre Einhaltung überprüfen. Bei einer Nichteinhaltung kann der Anwender Maßnahmen hinterlegen, die ausgeführt werden müssen, damit die Nebenbestimmung wieder eingehalten wird.

### **4.4 Mobiler Client zur Bereitstellung von Daten mittels Augmented Reality-Methoden**

Der mobile Client für die Bereitstellung von Informationen dient in erster Linie der Erprobung von AR-Methoden im Kontext der betrieblichen Umweltinformatik. Diese Applikation bietet drei Möglichkeiten für das Suchen nach einer Anlage. Zum einen die zwei genannten Trackingansätze aus Abschnitt 2.3 - einmal mit künstlichen Marker, einmal ohne und das Suchen aus einer Liste. Auf die Suche aus der Liste wird hier nicht weiter eingegangen.

Die Suche mit künstlichen Markern ist heutzutage relativ einfach umzusetzen, besonders wenn die Applikation auf Basis des Androidsystems entwickelt wird. Hier existieren etliche open-source Softwareprodukte, die die Erkennung von QR-Codes und Barcodes mittels Kamera unterstützen. Solch eine Software (zxing) [zx09] wurde für diese Applikation genutzt. Sie ist robust und liefert zuverlässige Ergebnisse.

Für den zweiten Lösungsansatz sollte es nicht Bedingung sein, vorher QR-Codes oder Barcodes zu platzieren. Eher sollten die Anlagen natürlich erkannt werden. Problem ist, dass an einer Anlage nichts wirklich heraussteicht. Erschwert wird die Problematik, wenn

von einem Anlagentyp mehrere Exemplare vorhanden sind. Diese können dann nicht mehr eindeutig über die Bilder der Kamera identifiziert werden. Daher wird sich bei diesem Ansatz auf eine Annahme gestützt. Es wird angenommen, dass auf jeder Anlage eine Anlagennummer aufgedruckt ist. Diese dient dann als natürlicher Marker. Über die Bilder der Kamera läuft eine Texterkennungssoftware. Wenn ein Text erkannt wird, wird dieser in Form eines Strings für die Filterung der Anlagen genutzt. Der Suchtreffer wird anschließend dem Anwender dargestellt.

## 5 Bewertung und Ausblick

Beide AR-Lösungen, die Identifizierung mit QR-Code und die Identifizierung nach den Anlagennummern, liefern schnell und verlässlich die benötigten Informationen zu der erkannten Anlage. Hinzuzufügen ist, dass der AR-Lösungsansatz mit dem QR-Code robuster und zuverlässiger ist. Jedoch hat auch der AR-Lösungsansatz, der Identifizierung nach der Anlagennummer, seinen Reiz, da das Platzieren und Warten der Bilder (z. B. QR-Codes) für die Augmented Reality nicht erforderlich sind. Es steht außer Frage, dass in diesem AR-Lösungsansatz noch Optimierungen und Erweiterungen von Nöten sind. Dennoch ist dies eine sehr gute Alternative zu den QR-Codes und dem Suchen aus einer Liste vorzuziehen. Hier ist schon bei der Identifizierung des Objektes eine erhebliche Zeitersparnis festzustellen. Die Suche aus einer Liste ist oftmals ein mühseliges und zeitaufwändiges Unterfangen insbesondere auf einem mobilen Endgerät mit kleinem Display.

Es sei angemerkt, dass die Erfolgswahrscheinlichkeit des gewählten AR-Ansatzes zur Erkennung von Objekten nicht bei 100 Prozent liegt. Grund hierfür ist, dass die Texterkennungssoftware, die über die Bilder der Kamera läuft, Zeichen erkennt, die nicht vorhanden sind oder vorhandene Zeichen falsch interpretiert. So kann es passieren, dass falsche Objekte dargestellt werden. Eine Möglichkeit dieses Problem zu umgehen ist, dass eine Art Rangliste mit Objekten erstellt wird, deren Anlagennummer dem erhaltenen String ähnlich ist. Die Objekte mit der höchsten Übereinstimmung werden dem Anwender präsentiert. Dieser braucht dann lediglich das richtige Objekt auszuwählen.

Die Verwendung von AR-Ansätzen bietet auch im Kontext der betrieblichen Umweltinformatik interessante Ansätze. Besonders in Fällen in denen Daten in regelmäßigen Abständen erfasst werden müssen, scheint ihr Einsatz sinnvoll, da eine schnelle Identifizierung der Objekte hier enorme Zeitersparnisse erzielen können. Der in diesem Beitrag vorgestellte Softwareansatz beschreibt, wie AR-Methoden im Kontext der betrieblichen Umweltinformatik sinnvoll eingesetzt werden können. Auch wenn die Ergebnisse noch nicht voll zufriedenstellend sind, sind hier die Potentiale klar erkennbar: eine schnelle und einfache Bereitstellung von Informationen und eine leichte Interaktion mit den Objekten (siehe Beispiel zwei in Kapitel 2.4 Einsatzmöglichkeiten im Kontext der betrieblichen Umweltinformatik).

## Literaturverzeichnis

- [AS09] ALPMANN Schmidt: Umweltrecht Naturschutz, Immissionsschutz, Abfallrecht, Bodenschutz, Wasserrecht. ALPMANN Schmidt, 2009.
- [Az97] Azuma, Ronald T.: A Survey of Augmented Reality. Teleoperators and Virtual Environments 6, 4, 355 - 385, 1997.
- [Bl06] Bleser, Gabriele; Wuest, Harald; Stricker, Didier: Online camera pose estimation in partially known and dynamic scenes. 2006.
- [DT12] Deutscher Taschenbuch Verlag: Umweltrecht. Deutscher Taschenbuch Verlag, 2012.
- [Kl06] Klein, Georg: Visual Tracking for Augmented Reality. <http://www.robots.ox.ac.uk/~gk/publications/Klein2006Thesis.pdf>, Stand: 10.04.2015.
- [KM10] Klein, Georg; Murray, David: Parallel Tracking and Mapping for Small AR Workspaces. [http://www.robots.ox.ac.uk/~lav/Papers/klein\\_murray\\_ismar2007/klein\\_murray\\_ismar2007.pdf](http://www.robots.ox.ac.uk/~lav/Papers/klein_murray_ismar2007/klein_murray_ismar2007.pdf), Stand: 10.04.2015.
- [Me11] Mehler-Bicher, Anett; Reiß, Michael; Steiger, Lothar: Augmented Reality. Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH, 2011.
- [Mi94] Milgram, Paul; Takemura, Haruo; Utsumi, Akira; Kishino, Fumio: Augmented Reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. [http://web.cs.wpi.edu/~gogo/hive/papers/Milgram\\_Takemura\\_SPIE\\_1994.pdf](http://web.cs.wpi.edu/~gogo/hive/papers/Milgram_Takemura_SPIE_1994.pdf), Stand: 10.04.2015.
- [Ow02] Owen, Charles B.; Xiao, Fan; Middlin, Paul: What is the best fiducial?. <ftp://debian.cse.msu.edu/CSE/pub/multimedia/charles-owen-art02.pdf>, Stand: 10.04.2015.
- [Ro01] Rolland, Jannick P.; Baillet, Yohan; Goon, Alexei A.: A SURVEY OF TRACKING TECHNOLOGY FOR VIRTUAL ENVIRONMENTS. <http://www.creol.ucf.edu/Research/Publications/1522.PDF>, Stand: 10.04.2015.
- [Wo14] Wohlgemuth, Volker: OpenResKit. <http://openreskit.htw-berlin.de/technische-vision>, Stand: 10.04.2015.
- [Zx09] zxing: zxing. <https://github.com/zxing/zxing>, Stand: 10.04.2015.